MAX

NOVA

4 B

VMBO-K

Nask 1

Natuurkunde



NAAM EN KLAS:

MALMBERG



4 VMBO-K deel B

Nask 1

Auteurs
Sander Michon
Lian Poelsma
Rein Tromp

Eindredactie
Linda Kleverlaan
Sander Michon

Met medewerking van
Frits Kappers
Lineke Pijnappels
Coert Schatorjé



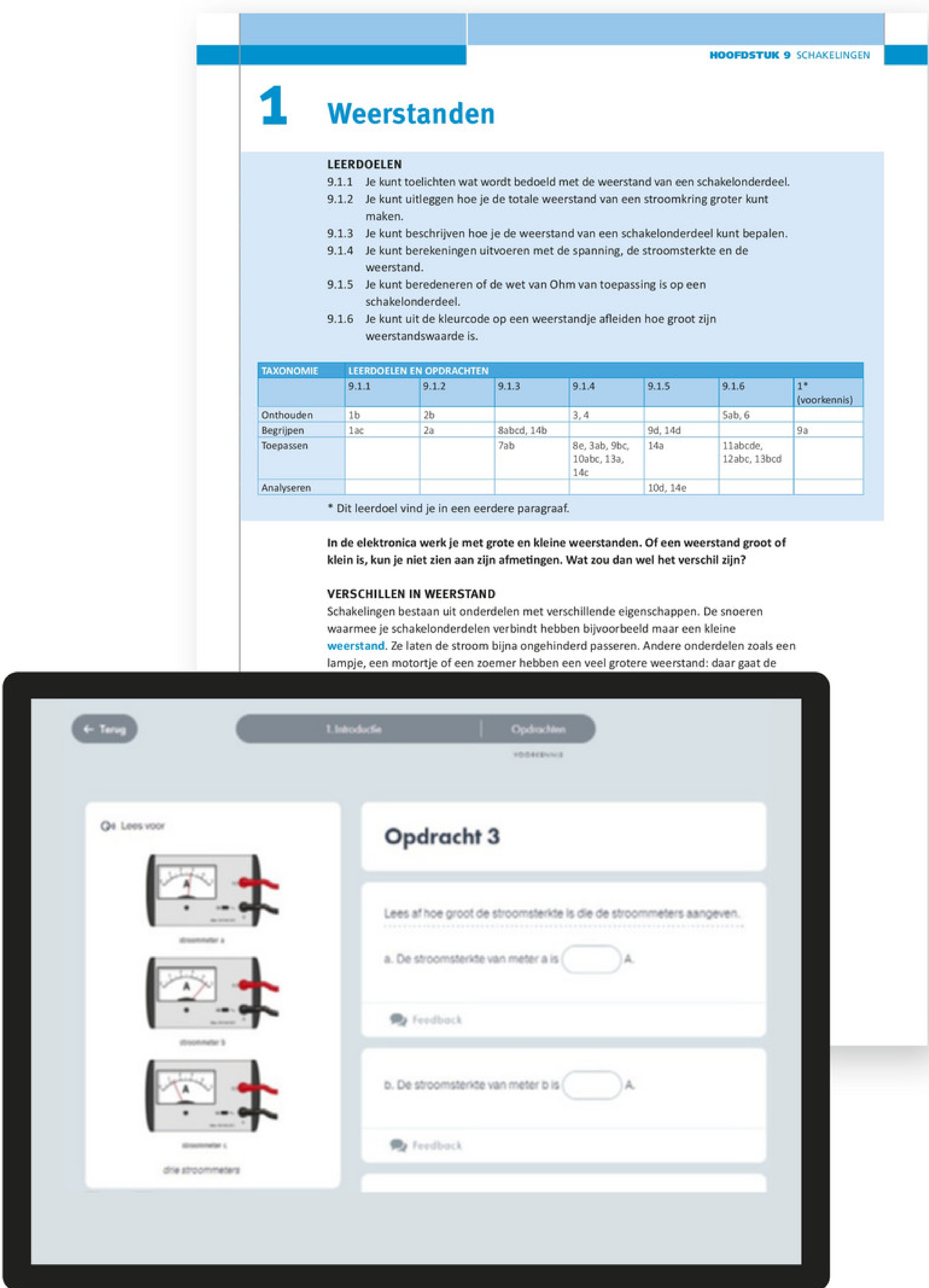
Release 5.0, eerste oplage

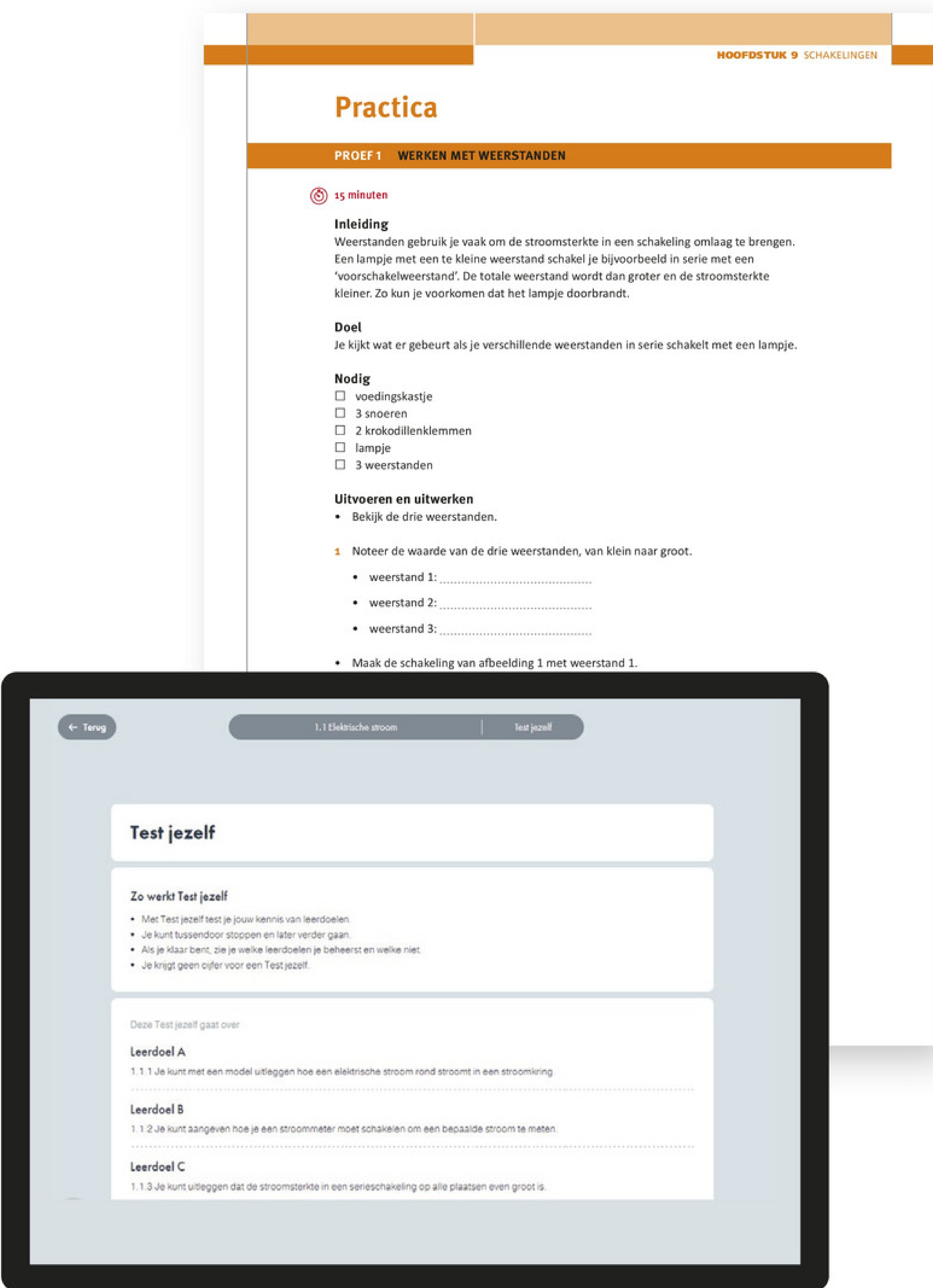
www.malmberg.nl/nova-natuurkunde
Malmberg, 's-Hertogenbosch

Aan de slag met Nova

Waarom Nova?

Natuurkunde gaat over de wereld om je heen. Met *Nova* heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken!





Werk in je boek én online!

Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je leraar kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek. Elk hoofdstuk is verdeeld in een Introductie waarin je je voorkennis test, Theorieparagrafen, een Practicumparagraaf en een Afsluiting. Aan het begin van elke paragraaf is met leerdoelen aangegeven wat je gaat leren en op welk taxonomieniveau je het geleerde oefent bij de opdrachten. Bij de practica ga je zelf aan de slag en leer je onderzoeken. In de Afsluiting vind je een overzicht van de leerstof in de onderdelen Onthoud en Begrippen.

Voordelen van online

- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties.
- Je oefent belangrijke vaardigheden met de *Vaardigheidstrainer*.
- Je test je voorkennis met de *Voorkennistoets*.
- Je leert de begrippen met de *Flitskaarten*.
- Je meet of je de stof beheerst met de *Test jezelf* en *Oefentoets*.
- Je leraar volgt hoe je het doet.

Goede voorbereiding op de toets!

In het boek vind je in de afsluiting van elk hoofdstuk de onderdelen Onthoud en Begrippen die je helpen bij de voorbereiding op de toets. In de online paragraaf Afsluiting vind je *Flitskaarten* voor het leren van alle begrippen. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan aan het einde van elke paragraaf de *Test jezelf* of *Oefentoets*.


AFSLUITING HOOFDSTUK 9 SCHAKELINGEN

Leerstofoverzicht

9.1 WEERSTANDEN

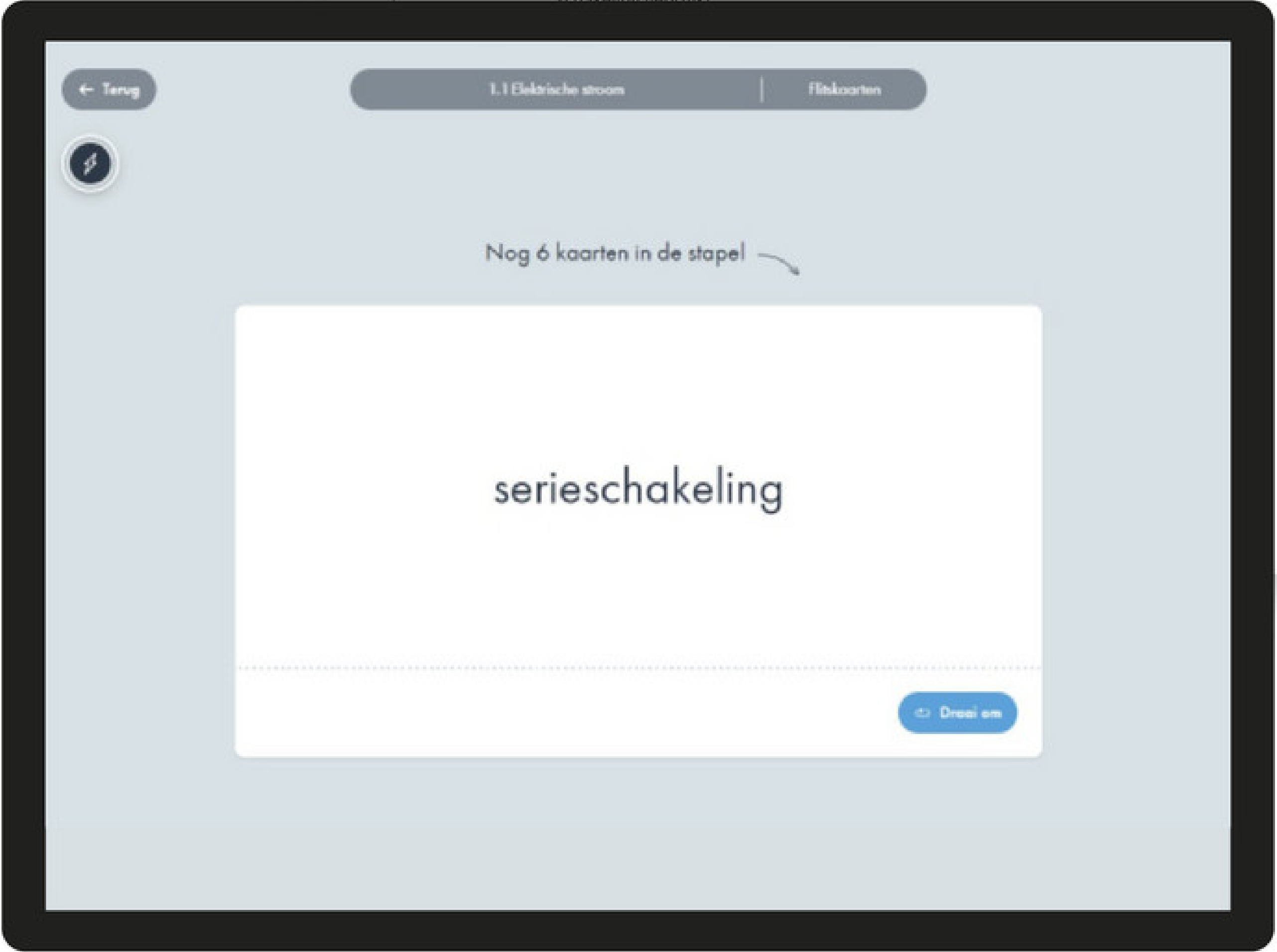
ONTHOUD
- De weerstand van een schakelonderdeel zegt iets over hoe gemakkelijk of moeilijk de stroom erdoorheen kan lopen. Bij een grote weerstand kan de stroom moeilijk door het schakelonderdeel heen. De eenheid van weerstand is ohm (Ω).
- Een schakelonderdeel dat je gebruikt om alleen de weerstand in een schakeling te verhogen noem je een weerstand.
- Als je de stroomsterkte door en de spanning over een schakelonderdeel weet, dan kun je de weerstand van dat schakelonderdeel berekenen. Hiervoor gebruik je de formule: $R = \frac{U}{I}$
- De weerstand van een schakelonderdeel kan steeds even groot zijn. In dat geval geldt voor dat onderdeel de wet van Ohm. De spanning en de stroomsterkte zijn dan evenredig.
- De weerstandswaarde van een weerstand kun je aflezen aan de gekleurde ringen die erop zijn aangebracht.

BEGRIPPEN

(*I*,*U*)-diagram
Grafiek waarin de stroomsterkte (door een schakelonderdeel) is uitgezet tegen de spanning (over dat schakelonderdeel).

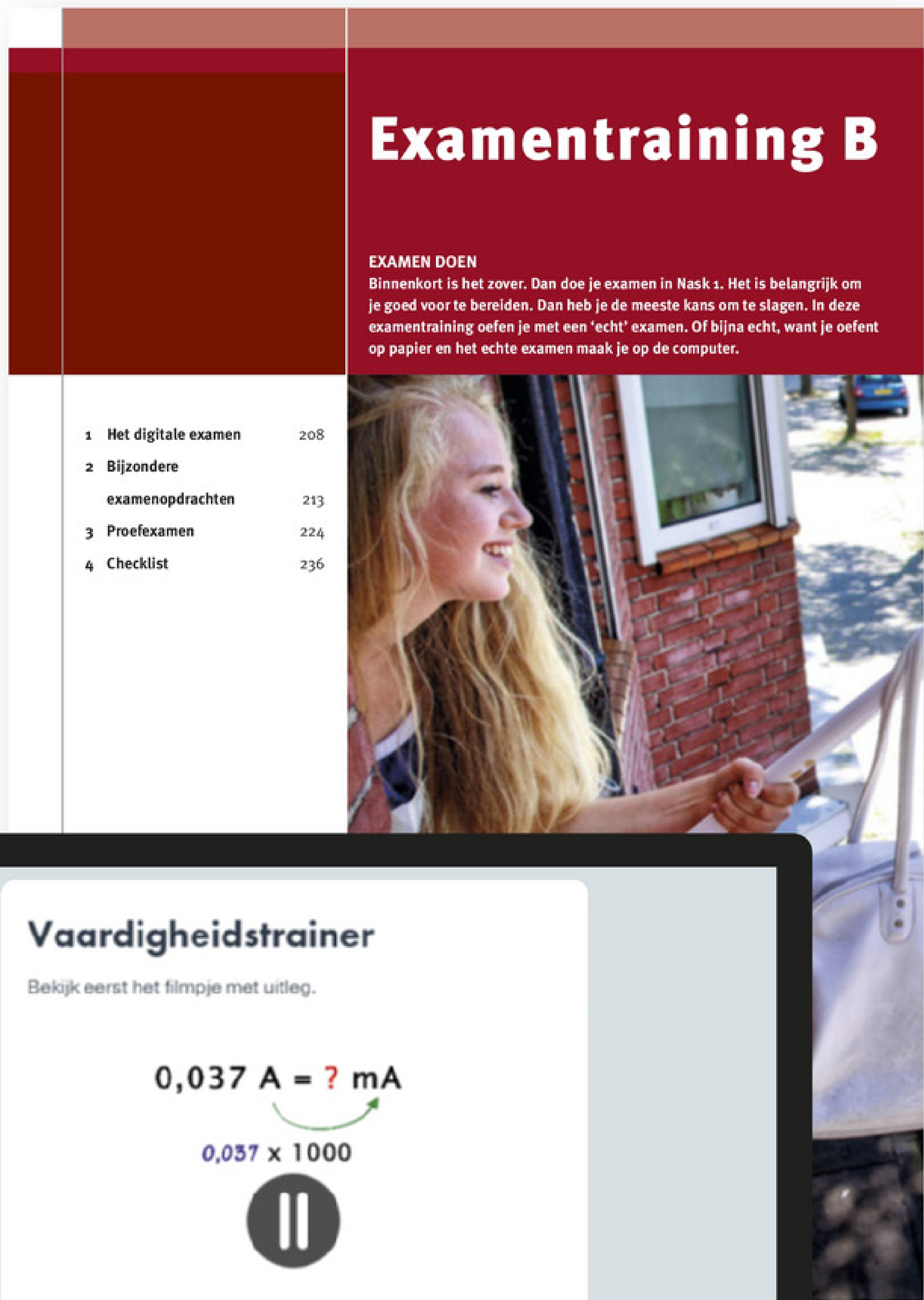
weerstand
1 Eigenschap van voorwerpen die aangeeft of de stroom er gemakkelijk (bij een kleine weerstand) of moeilijk (bij een grote weerstand) doorheen kan lopen.
2 Schakelonderdeel met een bepaalde weerstandswaarde dat je in een

wet van Ohm
Regel die opgaat voor veel schakelonderdelen. Als een onderdeel voldoet aan de wet van Ohm, is zijn weerstand steeds even groot en zijn de spanning en de stroomsterkte dus evenredig.



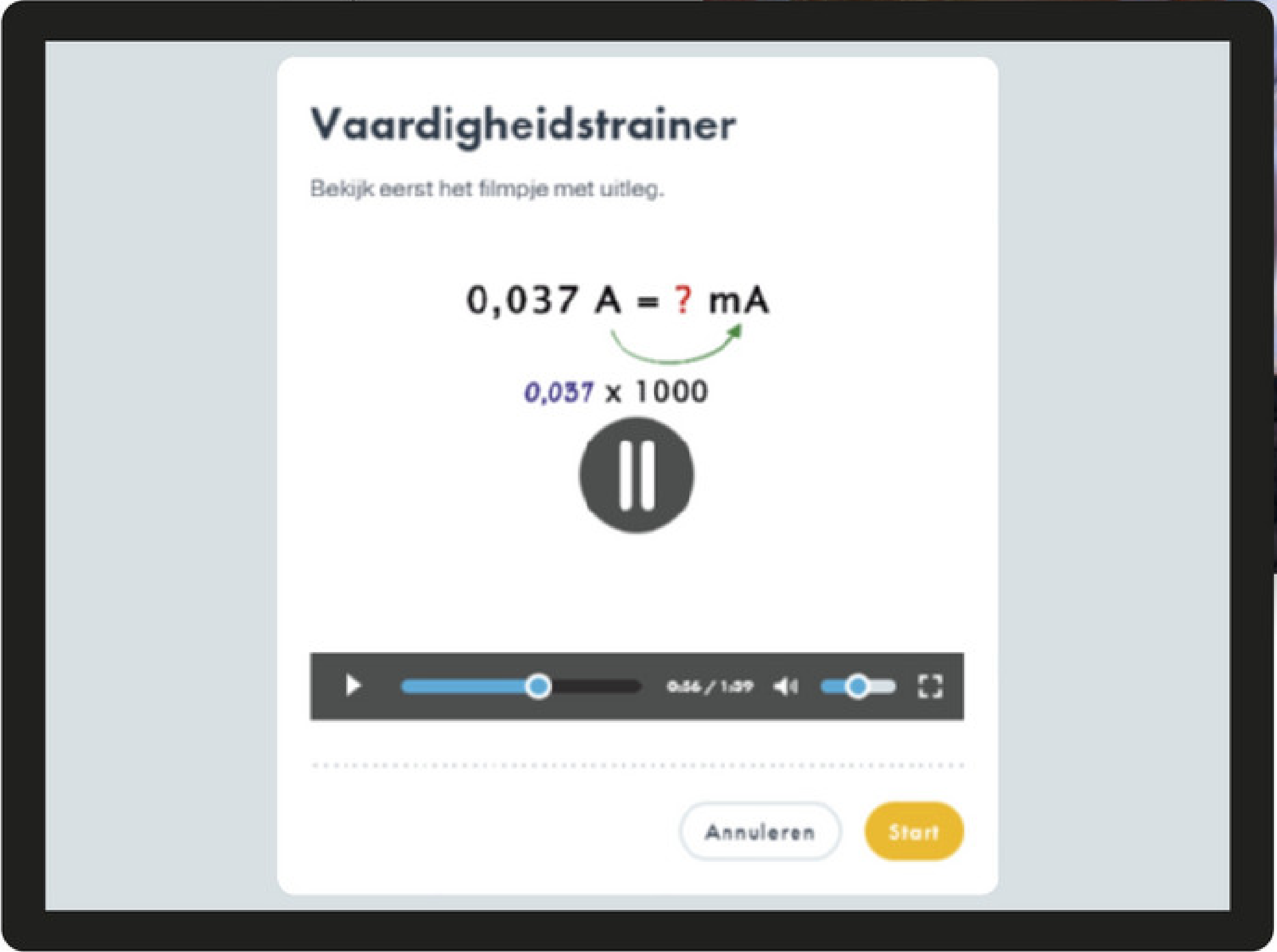
Examentraining en Vaardigheden

Na het laatste hoofdstuk vind je in beide boeken van dit leerjaar een Examentraining. Daarin leer je hoe je je kunt voorbereiden op het examen. Ook ga je echte examenopdrachten maken. Aan het eind van elk boek vind je het onderdeel Vaardigheden. Daarin worden de belangrijkste vaardigheden om onderzoek te doen uitgelegd. Enkele belangrijke vaardigheden kun je online oefenen met de *Vaardigheidstrainer*.


Examentraining B

EXAMEN DOEN
Binnenkort is het zover. Dan doe je examen in Nask 1. Het is belangrijk om je goed voor te bereiden. Dan heb je de meeste kans om te slagen. In deze examentraining oefen je met een 'echt' examen. Of bijna echt, want je oefent op papier en het echte examen maak je op de computer.

1	Het digitale examen	208
2	Bijzondere examenopdrachten	213
3	Proefexamen	224
4	Checklist	236



Voordelen van het boek

- Je hebt snel overzicht in wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je schrijft je berekeningen op.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je leerstof goed onthoudt.

Betekenis symbolen

 Ga naar de online leeromgeving voor handige extra's.

PROEF 1 Er is een proef bij deze lesstof.

 Met deze proef ben je zo lang bezig.

 Gebruik de vaardigheid bij deze opdracht.

 Deze opdracht biedt extra uitdaging.

 Deze opdracht maak je het best in het boek.

Inhoud Deel A

Inhoud Deel B

12 Elektriciteit

ELEKTRISCHE INSTALLATIES

Een auto heeft een uitgebreide elektrische installatie, net als een woonhuis, een festivalterrein en een bedrijfsgebouw. Dankzij een elektrische installatie is er overal elektrische energie beschikbaar waar je die nodig hebt. Zo'n installatie is bovendien goed beveiligd, zodat gebruikers geen onnodige risico's lopen.




DOWNLOAD
CAPTURED
LIVE
BACKLINE-RENTAL
GERMANY
PRONORTE

Wat weet je al over elektriciteit?

LEERDOELEN

1 Je kunt rekenen met de eenheid van stroomsterkte.
2 Je kunt berekeningen uitvoeren met de spanning, de stroomsterkte en de weerstand.
3 Je kunt het energieverbruik van elektrische apparaten berekenen in kilowattuur.
4 Je kunt het verschil uitleggen tussen een serie- en een parallelschakeling.
5 Je kunt de vervangingsweerstand van een serieschakeling berekenen.
6 Je kunt berekeningen uitvoeren met rendement en energie, en met rendement en vermogen.

In hoofdstuk 1 van nova nask 1 leerjaar 3 en de hoofdstukken 9 en 11 van leerjaar 4 heb je al een aantal dingen over elektriciteit geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig wanneer je aan dit hoofdstuk begint. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Reken om.

a 200 mA = ... A

b 38 mA = ... A

c 0,121 A = ... mA

d 0,008 A = ... mA

2 Yannick sluit een weerstand aan op een batterij. De spanning over de batterij is 3,0 V.
Daarna meet hij de stroomsterkte door de weerstand. Die is 12 mA.
Bereken de waarde van Yannicks weerstand.

....

....

....

....

3 Een lamp met een vermogen van 15 W brandt op een dag 18 uur.
Bereken hoeveel energie de lamp die dag heeft verbruikt.

....

....

....

....

4

a Welke soort schakeling is getekend in het schakelschema van afbeelding 1?
serieschakeling / parallelschakeling

b Bereken de totale weerstand (R_v).

....

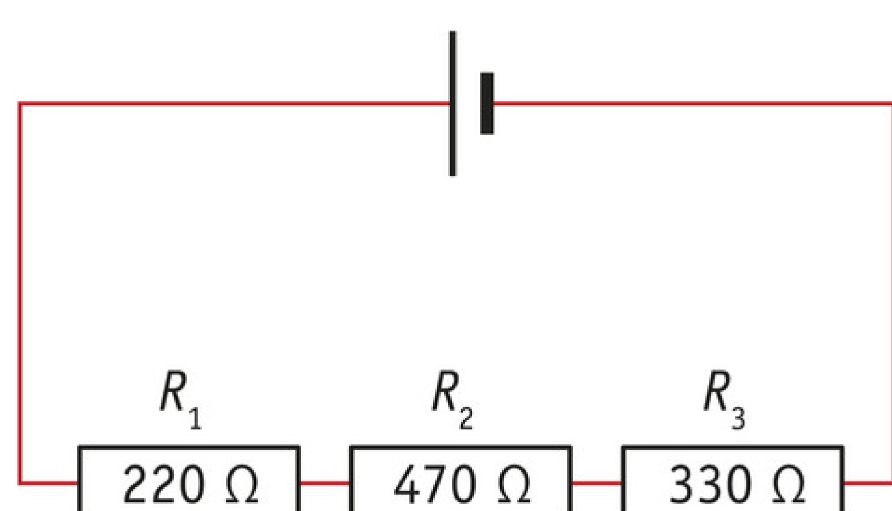
....

....

....

....

....



afbeelding 1 Een schakeling met drie weerstanden.

5

Reken om.

a 20 kΩ = ... Ω

b 4,7 kΩ = ... Ω

c 18 000 Ω = ... kΩ

d 820 000 Ω = ... kΩ

6

Een ledlamp neemt 11 W aan elektrisch vermogen op. De lamp levert 5 W aan licht.
Bereken het rendement van de lamp.

....

....

....

....

....



Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Stroom en spanning

LEERDOELEN

12.1.1 Je kunt uitleggen hoe je de stroomkring door een apparaat opent en sluit.
12.1.2 Je kunt beredeneren in welke richting de stroom door een stroomkring beweegt.
12.1.3 Je kunt uitleggen of een diode de stroom doorlaat of tegenhoudt.
12.1.4 Je kunt uitleggen hoe je een led in een schakeling aansluit.
12.1.5 Je kunt berekeningen uitvoeren met de capaciteit, de stroomsterkte en de tijd.
12.1.6 Je kunt berekeningen uitvoeren met het vermogen, de spanning en de stroomsterkte.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	12.1.1	12.1.2	12.1.3	12.1.4	12.1.5	12.1.6	1.1.2*
Onthouden	1a	1b	5a, 6	5bcd	4ab	2, 3abc	
Begrijpen				10	11a	12abc, 13b	
Toepassen	7a	7b, 8	9a		11bcde, 14bc	13c, 14ad	13a
Analyseren			9b				

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Een benzineauto heeft een accu als elektrische spanningsbron. Toch hoeft een automobilist zijn auto niet aan een lader te leggen. Hoe wordt er dan voor gezorgd dat de accu opgeladen blijft?

EEN GESLOTEN STROOMKRING MAKEN

Een auto heeft tientallen onderdelen die op elektrische energie werken: de startmotor, de koplampen, de achterruitverwarming, de boordcomputer, de ruitenwissers, enzovoort. Daarom heeft een auto, net als een woonhuis, een uitgebreide elektrische installatie. De totale lengte van de kabels kan oplopen tot meer dan 2 km.

Veel onderdelen van een auto kun je met een schakelaar op het dashboard zelf bedienen. Zo kun je bijvoorbeeld de achterruitverwarming aanzetten (afbeelding 1). Je maakt dan een **gesloten stroomkring**: een geleidende verbinding van de accu naar de achterruitverwarming en weer terug. Elk elektrisch apparaat sluit je in principe op deze manier aan: je maakt een gesloten stroomkring zodat er stroom door het apparaat gaat lopen.



afbeelding 1 Zo zet je de achterruitverwarming aan.

Op het dashboard vind je verschillende soorten schakelaars. Voor de achterruitverwarming is er een gewone schakelaar (afbeelding 2a). Zo'n schakelaar blijft in de AAN-stand staan, als je hem loslaat. De claxon bedien je met een drukschakelaar. Deze schakelaar veert meteen weer terug naar de UIT-stand als je hem loslaat (afbeelding 2b). Er zijn ook onderdelen die automatisch worden in- en uitgeschakeld.

afbeelding 2 De schakelsymbolen van een gewone schakelaar (a) en een drukschakelaar (b).



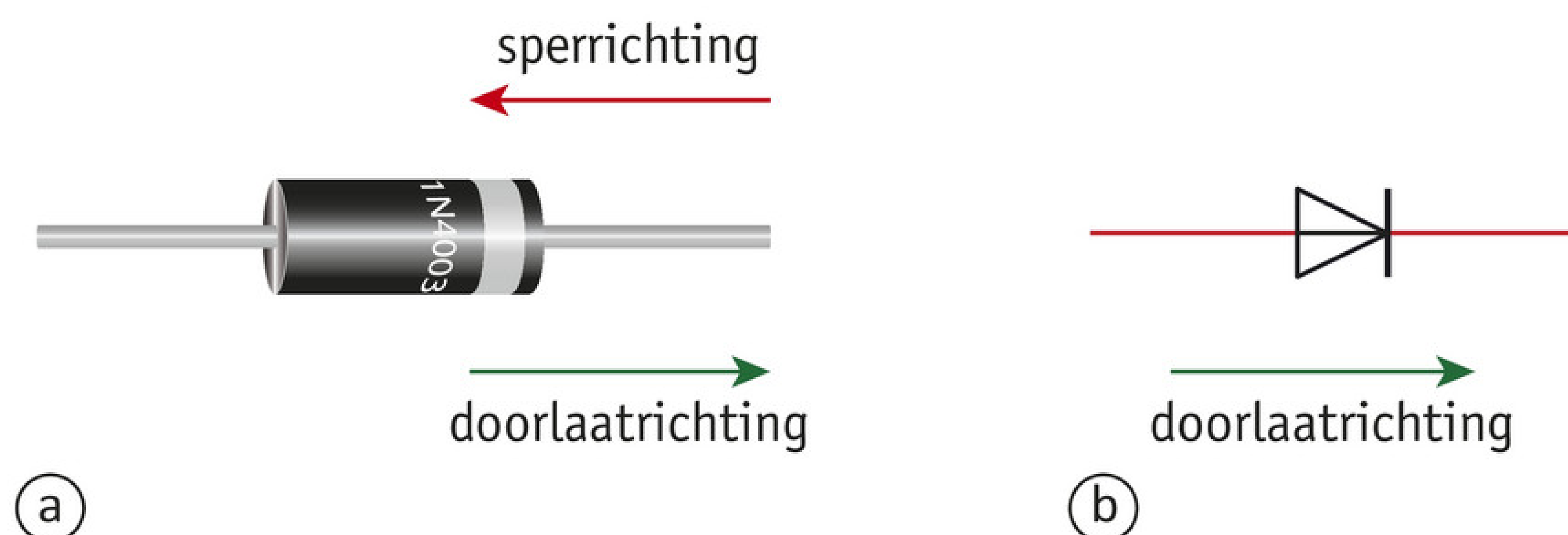
DE STROOMRICHTING

Je kunt een accu van een auto vergelijken met een oplaadbare batterij. Een accu kan net als een oplaadbare batterij een tijdlang een constante spanning leveren. Zo'n vaste, onveranderlijke spanning noem je **gelijkspanning**. Een doorsnee accu bestaat uit zes 'cellen' die in serie zijn geschakeld. Samen leveren ze een spanning van 6 × 2 = 12 volt.

Een accu heeft net als een batterij een **pluspool** en een **minpool**. De stroom loopt altijd van plus naar min, van de pluspool van de spanningsbron naar de minpool. Bij het aansluiten van sommige onderdelen moet je rekening houden met de stroomrichting. Dat geldt bijvoorbeeld voor een diode. Een diode werkt niet zoals bedoeld, als je haar per ongeluk 'verkeerd om' aansluit.

Een **diode** is een schakelonderdeel dat de stroom maar in één richting doorlaat (afbeelding 3). Als je een diode in de doorlaatrichting aansluit, heeft ze een heel kleine weerstand. De stroom kan er bijna ongehinderd doorheen lopen. Als je een diode andersom aansluit – in de sperrichting – is haar weerstand juist heel groot. De diode laat dan geen stroom door.

afbeelding 3 Een diode: in het echt (a) en als schakelsymbool (b).



Een **led** is een diode die licht uitzendt (led = light emitting diode). Leds worden onder andere gebruikt als controlelampjes. Je moet een led aansluiten in de doorlaatrichting, anders werkt ze niet. Om je te helpen, hebben de aansluitpoten van een led verschillende lengtes. Als je de langste poot met de plus verbindt en de kortste met de min, loopt de stroom in de juiste richting door de led (afbeelding 4).

afbeelding 4 Een led: in het echt (a) en als schakelsymbool (b) met doorlaatrichting.



CAPACITEIT

Een accu van een auto kan net als een batterij niet onbeperkt elektrische energie leveren. Een auto heeft daarom behalve een accu ook een dynamo. Als de auto rijdt, wordt er door de dynamo elektrische energie opgewekt. Met die elektrische energie wordt de accu al rijdend opgeladen. Daardoor hoeft de accu bij verstandig gebruik nooit leeg te raken.

Op accu's en batterijen staat vaak de **capaciteit** aangegeven. Met dat gegeven kun je berekenen hoelang een accu of batterij energie kan blijven leveren. De accu in afbeelding 5 heeft bijvoorbeeld een capaciteit van 60 Ah. Dat betekent dat deze accu:

- 60 uur lang energie kan blijven leveren, als de stroomsterkte 1 A is;
- 30 uur lang energie kan blijven leveren, als de stroomsterkte 2 A is;
- 10 uur lang energie kan blijven leveren, als de stroomsterkte 6 A is;
  enzovoort.



afbeelding 5 Een accu van 60 Ah en 12 V.

De capaciteit is dus gelijk aan de stroomsterkte vermenigvuldigd met de gebruikstijd. Dat kun je ook schrijven met de formule:

capaciteit = stroomsterkte × tijd

Of in symbolen:

$C = I \cdot t$

In deze formule is:

- C de capaciteit in ampère-uur (Ah);
- I de stroomsterkte in ampère (A);
- t de gebruikstijd van de batterij in uren (h).

Batterijen hebben een veel kleinere capaciteit dan accu's. De capaciteit van batterijen wordt daarom opgegeven in milliampère-uur (mAh). Dit is de stroomsterkte in milliampère (mA) × de gebruikstijd in uren (h).

VOORBEELDOPDRACHT 1

Een leeslampje kan 20 uur werken op een batterij van 1600 mAh.
Bereken de stroomsterkte door het lampje.

gegevens $C = 1600$ mAh
$t = 20$ h

gevraagd $I = ?$ mAh

uitwerking $C = I \cdot t$
$I = \frac{C}{t} = \frac{1600}{20} = 80$ mA

ELEKTRISCH VERMOGEN

PROEF 1

De hoeveelheid elektrische energie die een apparaat per seconde opneemt, noem je het **elektrisch vermogen**. Uit proeven blijkt dat het elektrisch vermogen evenredig is met de spanning én met de stroomsterkte. Daarom kun je het elektrisch vermogen berekenen met de formule:

vermogen = spanning × stroomsterkte

In symbolen schrijf je dit als:

$P = U \cdot I$

In deze formule is:
- P het elektrisch vermogen van het apparaat in watt (W);
- U de spanning over het apparaat in volt (V);
- I de stroomsterkte door het apparaat in ampère (A).

De formule voor het elektrisch vermogen $P = U \cdot I$ wordt vaak gebruikt in combinatie met de formule $E = P \cdot t$. Je rekent eerst het vermogen uit met $P = U \cdot I$ en daarna het (elektrisch) energieverbruik met $E = P \cdot t$.

VOORBEELDOPDRACHT 2

Hamid heeft een proef uitgevoerd met een ventilator uit een computer. In afbeelding 6 zie je zijn proefopstelling.
Als de ventilator op de juiste spanning (4,3 V) werkt, geeft de stroommeter een stroomsterkte van 48 mA aan.
Bereken hoeveel elektrische energie de ventilator in één minuut verbruikt.



afbeelding 6 De proef van Hamid.

gegevens $U = 4{,}3$ V
$I = 48$ mA $= 0{,}048$ A
$t = 1$ min $= 60$ s

gevraagd $E = ?$ J

uitwerking $P = U \cdot I = 4{,}3 \times 0{,}048 = 0{,}206$ W
$E = P \cdot t = 0{,}206 \times 60 = 12{,}4$ J

De accu van een auto moet allerlei elektrische onderdelen tegelijk van elektrische energie voorzien: koplampen, achterlichten, ventilator, brandstofpomp, enzovoort. Het afgegeven vermogen van de accu is even groot als het vermogen van al die onderdelen samen. Vaak kan de accu dit vermogen maar korte tijd leveren, als hij niet tegelijk door de dynamo weer wordt opgeladen.

 **Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.**

LEERSTOF

1 Schakelaars gebruik je dagelijks.

a Wat is de functie van een gewone schakelaar in een schakeling?
- ○ A alleen een schakeling openen
- ○ B alleen een schakeling sluiten
- ○ C een schakeling openen en sluiten

b In welke richting loopt de stroom in een schakeling als de schakelaar gesloten is?
- ○ A De stroom loopt van de minpool van een spanningsbron naar de pluspool.
- ○ B De stroom loopt van de pluspool van een spanningsbron naar de minpool.
- ○ C In deze situatie loopt er geen stroom in de schakeling.

2 In tabel 1 zie je een overzicht van grootheden en eenheden.
Vul de ontbrekende gegevens in.

tabel 1 Grootheden en eenheden.

grootheid	symbool	eenheid	symbool
spanning			
			A
	P		
		joule	

3 Vul in.

a De hoeveelheid elektrische .... die een apparaat per ....
opneemt, noem je het elektrisch vermogen.

b Het elektrisch vermogen is .... met de .... én met de stroomsterkte.

c Je kunt het elektrisch vermogen daarom berekenen met de formule ....

4 **a** Met welke formule bereken je de capaciteit van de accu?
- ○ A $C = I + t$
- ○ B $C = I \cdot t$
- ○ C $C = I - t$

b De capaciteit van de accu wil je berekenen in mAh.
In welke eenheid vul je de gebruikstijd en de stroomsterkte in?
- ○ A de gebruikstijd in seconden en de stroomsterkte in milliampère
- ○ B de gebruikstijd in seconden en de stroomsterkte in ampère
- ○ C de gebruikstijd in uren en de stroomsterkte in milliampère
- ○ D de gebruikstijd in uren en de stroomsterkte in ampère

5 Vul in.

a Een diode is een schakelonderdeel dat de .... maar in één .... doorlaat.

b Een led is een .... die .... uitzendt, als je haar in de juiste richting aansluit.

c Om een led te laten werken moet je haar aansluiten in de ....richting

d Een led heeft aansluitpoten met verschillende lengtes. De langste poot verbind je met de .... en de kortste poot met de ....

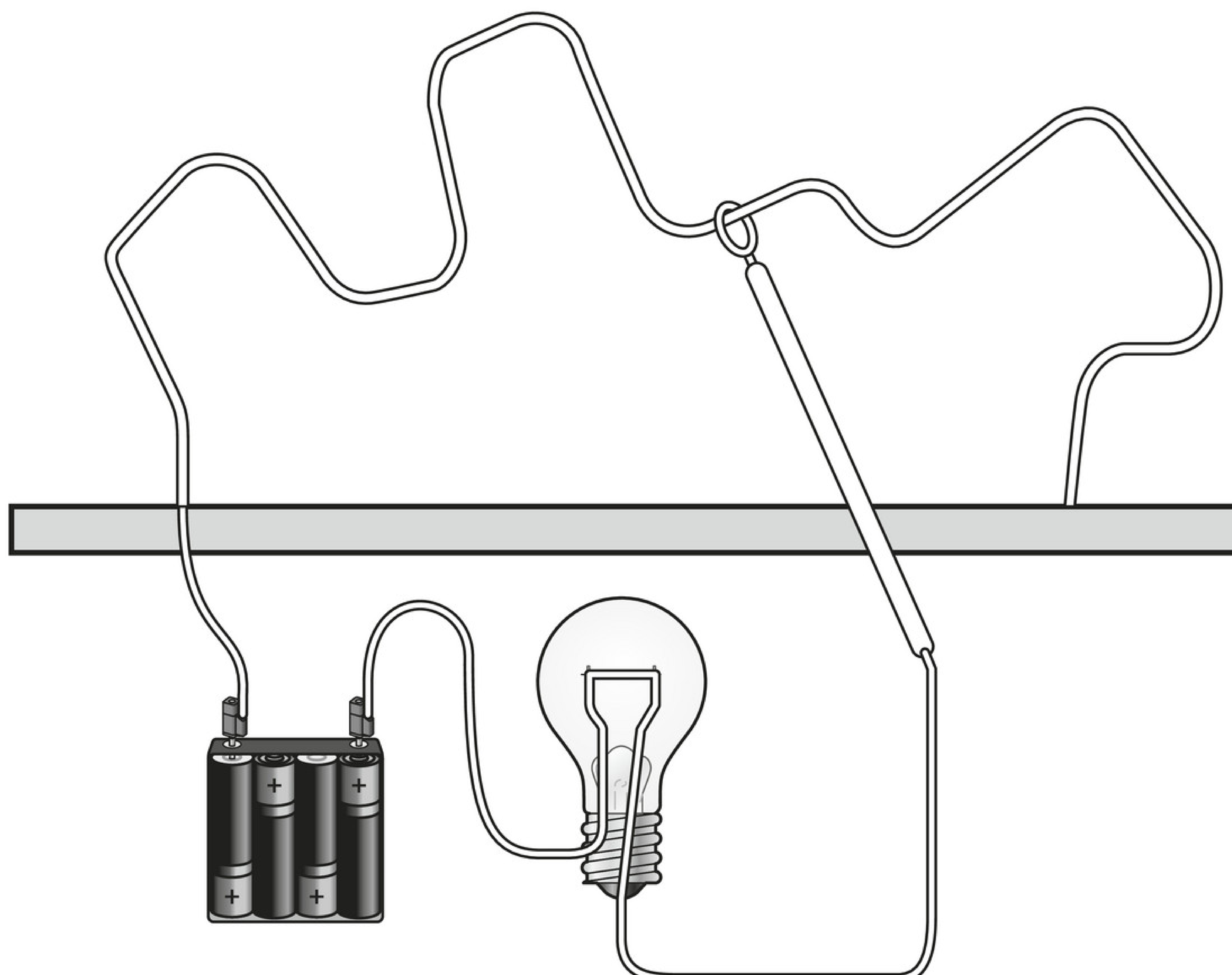
6 Als je de diode in de sperrichting aansluit, dan heeft de diode een *kleine* / *grote* weerstand.
De diode laat dan *wel* / *geen* stroom door.

TOEPASSING

7  In afbeelding 7 is een zenuwspiraal schematisch getekend. Een zenuwspiraal is een behendigheidsspel. Wanneer de metalen ring de spiraal raakt, gaat een lampje branden en ben je af.

a Kleur met rood de gehele stroomkring als het lampje brandt.

b Geef de stroomrichting aan door pijlen in de stroomkring te zetten.

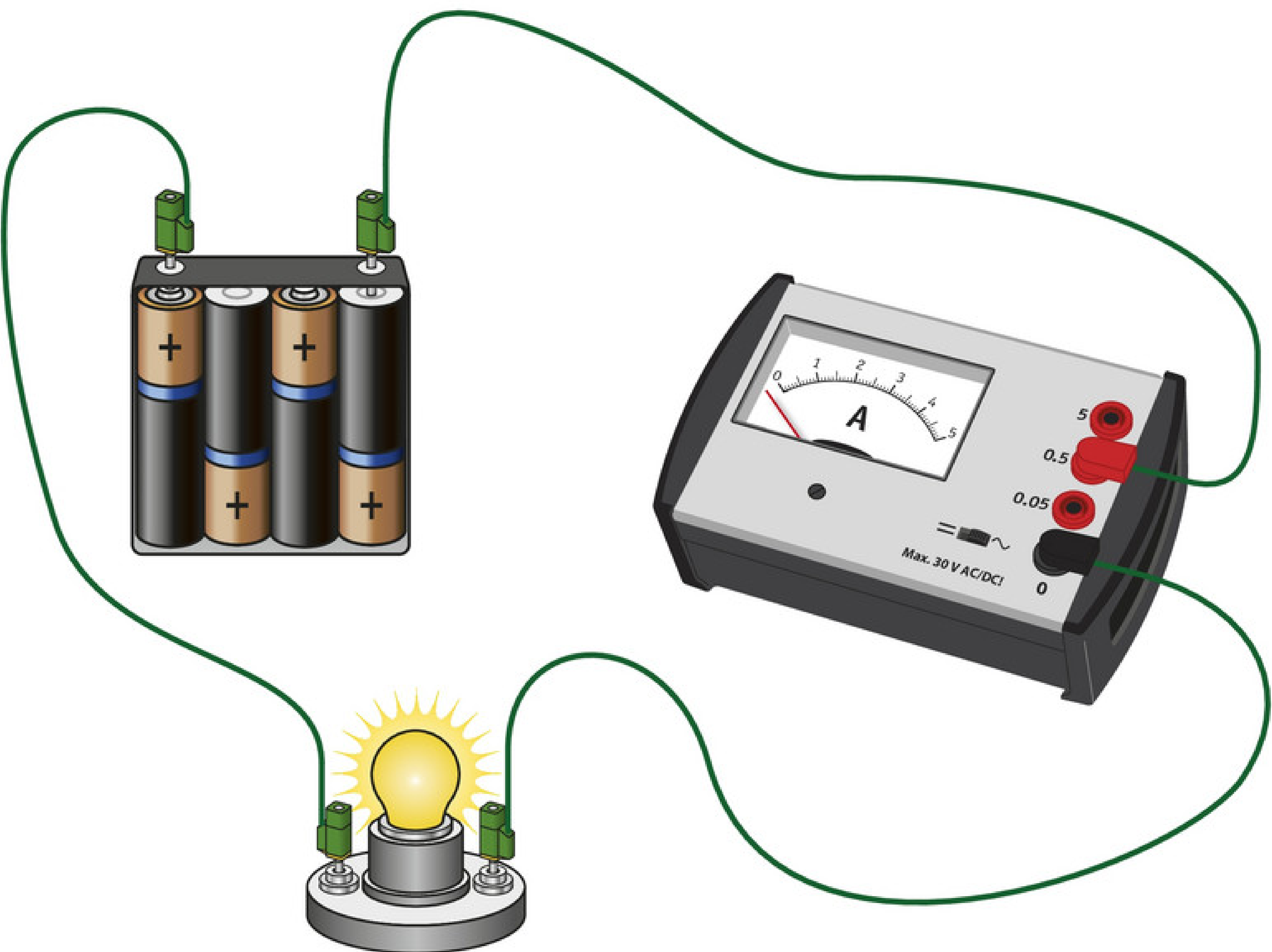


afbeelding 7 Hoe loopt de stroom rond?

8 Erik maakt de schakeling van afbeelding 8. Als hij de stroomsterkte wil aflezen, lukt dat niet. De wijzer van de stroommeter slaat uit naar de verkeerde kant.
In tabel 2 staan enkele aanpassingen die Erik aan de schakeling kan doen om de stroomsterkte door het lampje te kunnen meten.
Zet achter elke mogelijkheid één kruisje in de juiste kolom.

tabel 2 Mogelijkheden van Eriks schakeling.

mogelijkheid	wel	niet
de aansluitdraden van de stroommeter omwisselen		
de batterij andersom aansluiten (+ en − omwisselen)		
de aansluitdraden van het lampje omwisselen		

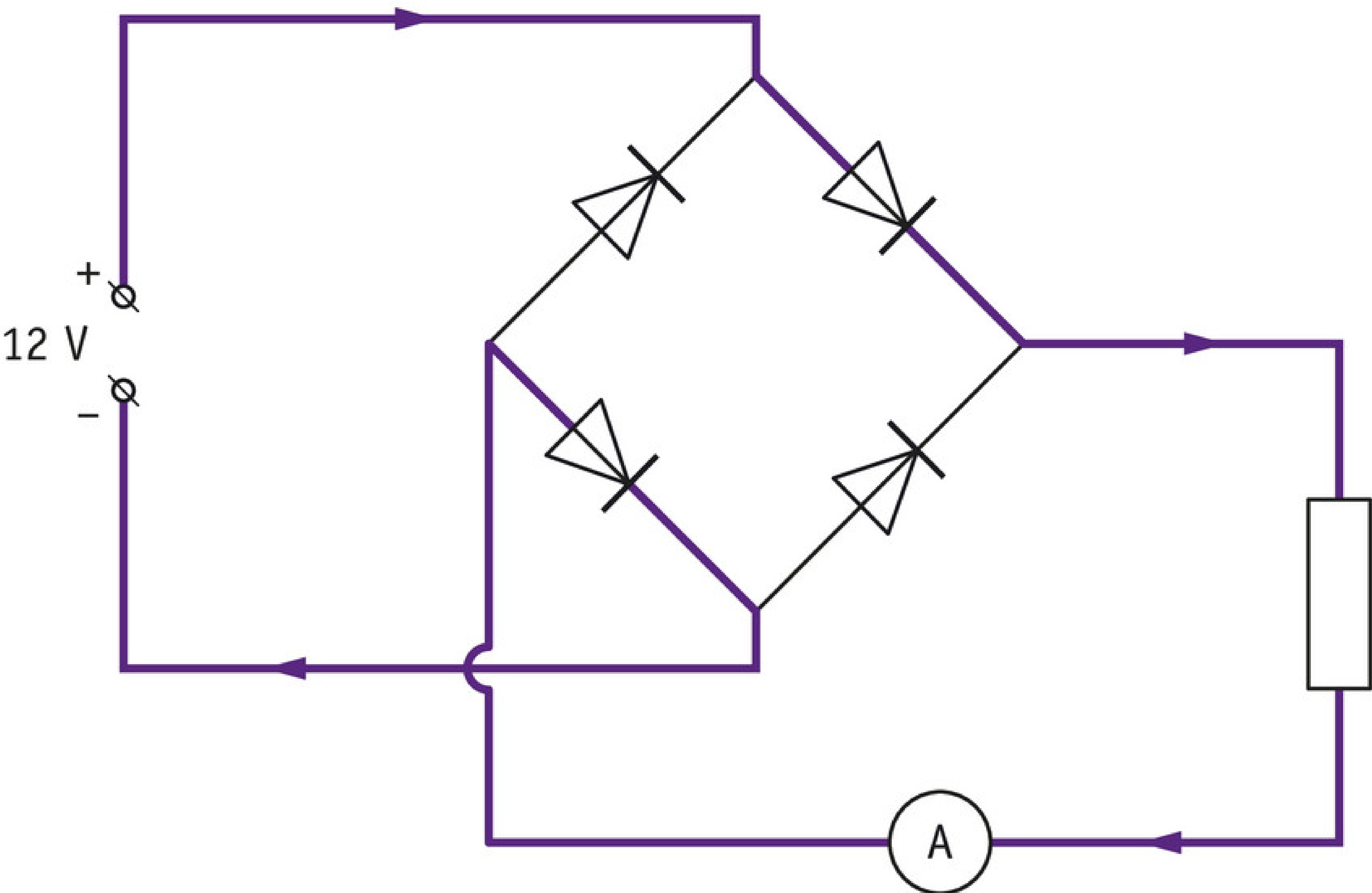


afbeelding 8 De wijzer slaat uit naar de verkeerde kant. Hoe los je dat op?

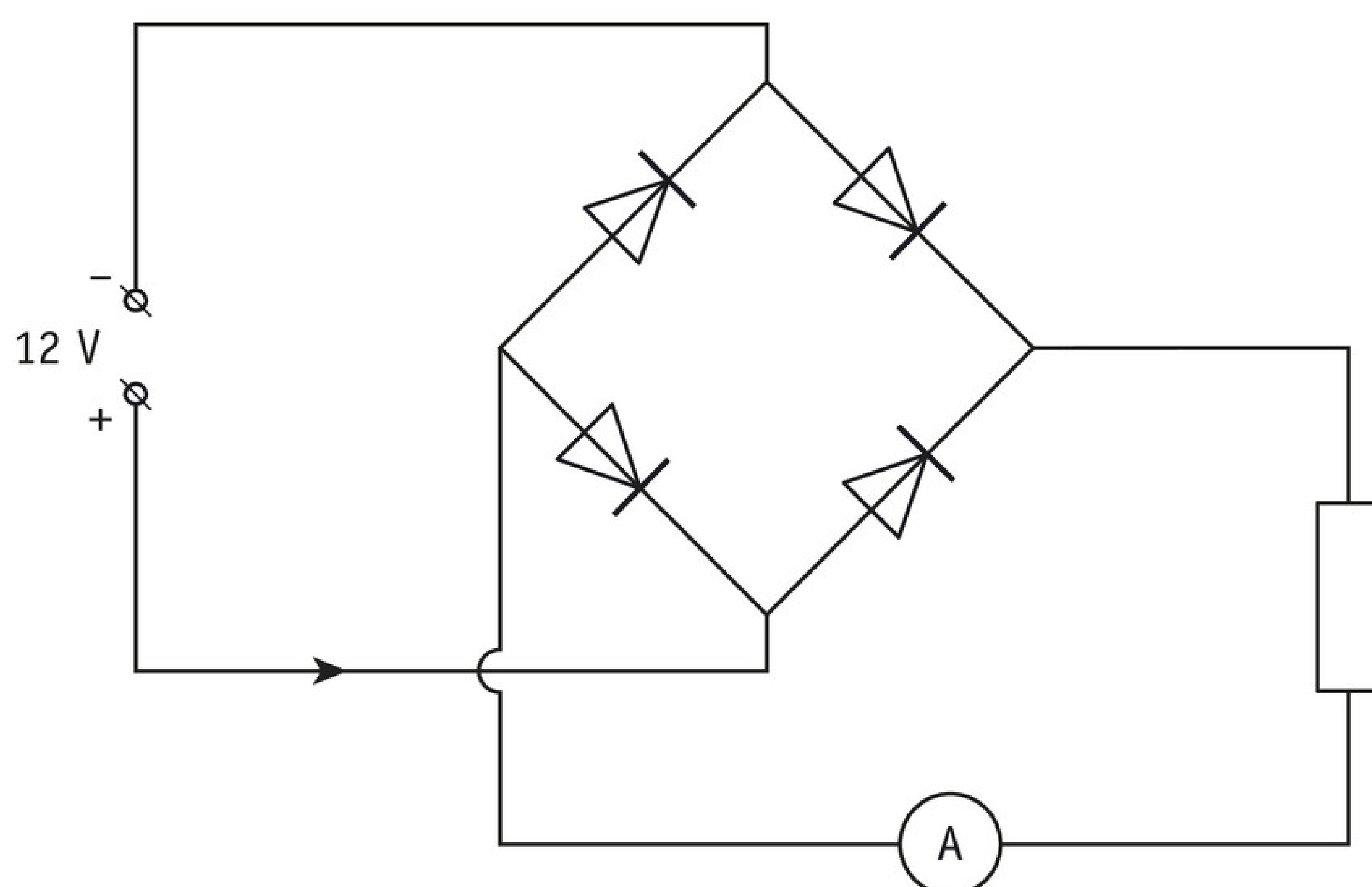
★ 9  Anil heeft een schakeling gebouwd met vier diodes (afbeelding 9).

a Omcirkel in afbeelding 9 de diodes die stroom doorlaten.

b Anil verwisselt de aansluiting op het voedingskastje. Plus wordt min en min wordt plus. Dit zie je in afbeelding 10.
Teken met een rode kleur hoe de stroom nu zal lopen. Geef ook met pijlen de stroomrichting aan.



afbeelding 9 Welke diodes laten stroom door?



afbeelding 10 Hoe loopt de stroom door deze schakeling?

10 In afbeelding 11 zie je vier mogelijke schakelingen van een zendermicrofoon. Als je de spanning inschakelt, gaat een led branden. De voorschakelweerstand *R* zorgt ervoor dat de led niet doorbrandt. Voor de werking van de led maakt het niet uit in welke volgorde de led en de weerstand zijn geschakeld.
Bij welke twee schakelschema's zal de led gaan branden? Licht je antwoord toe.

....

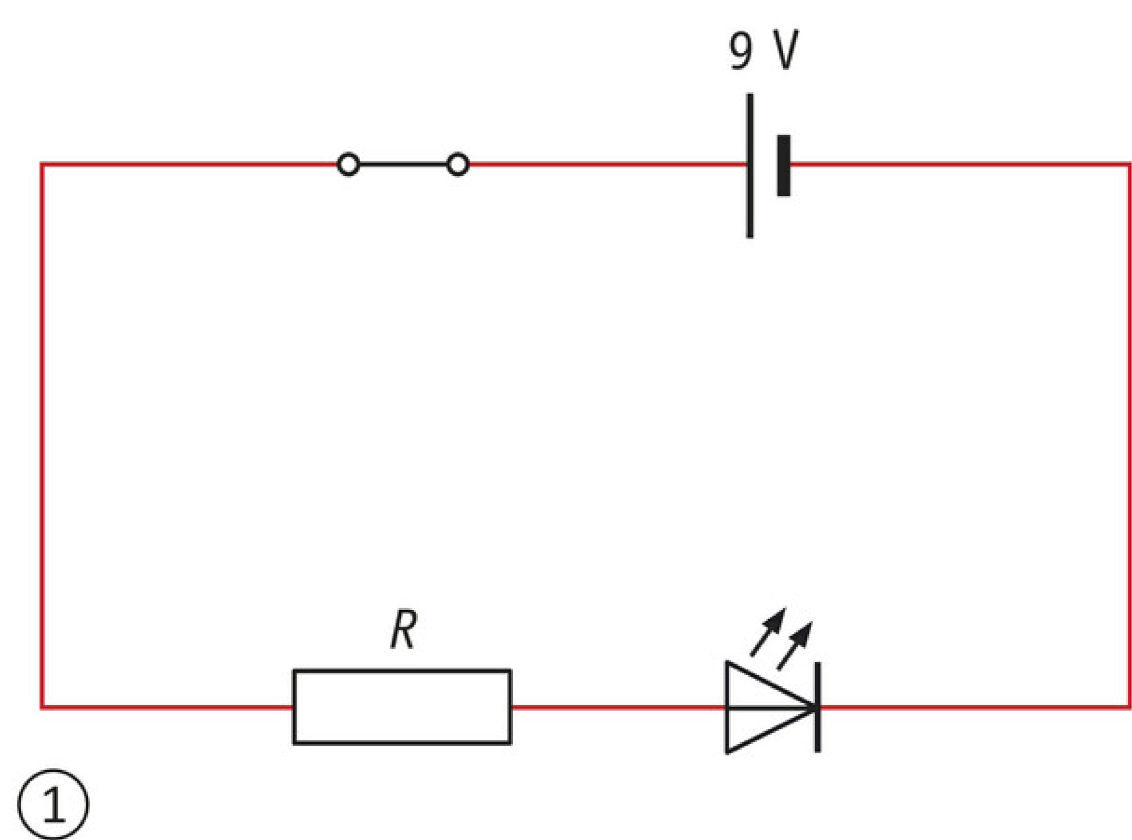
....

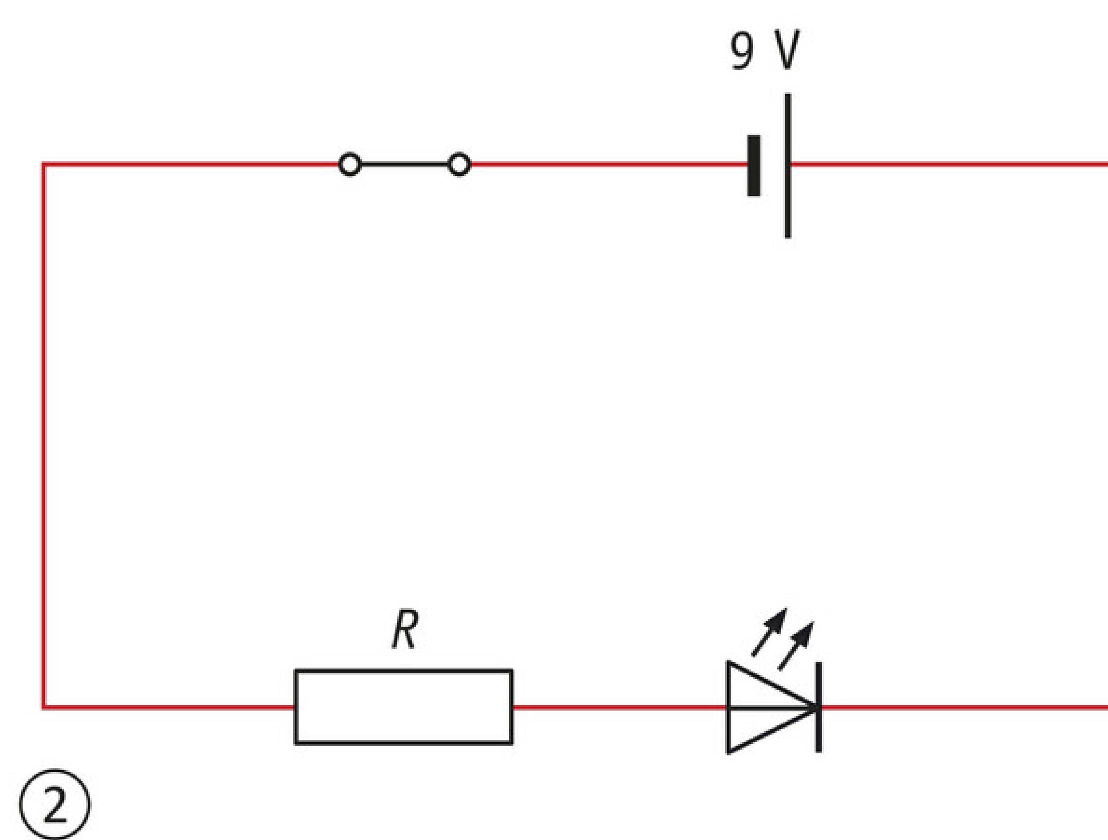
....

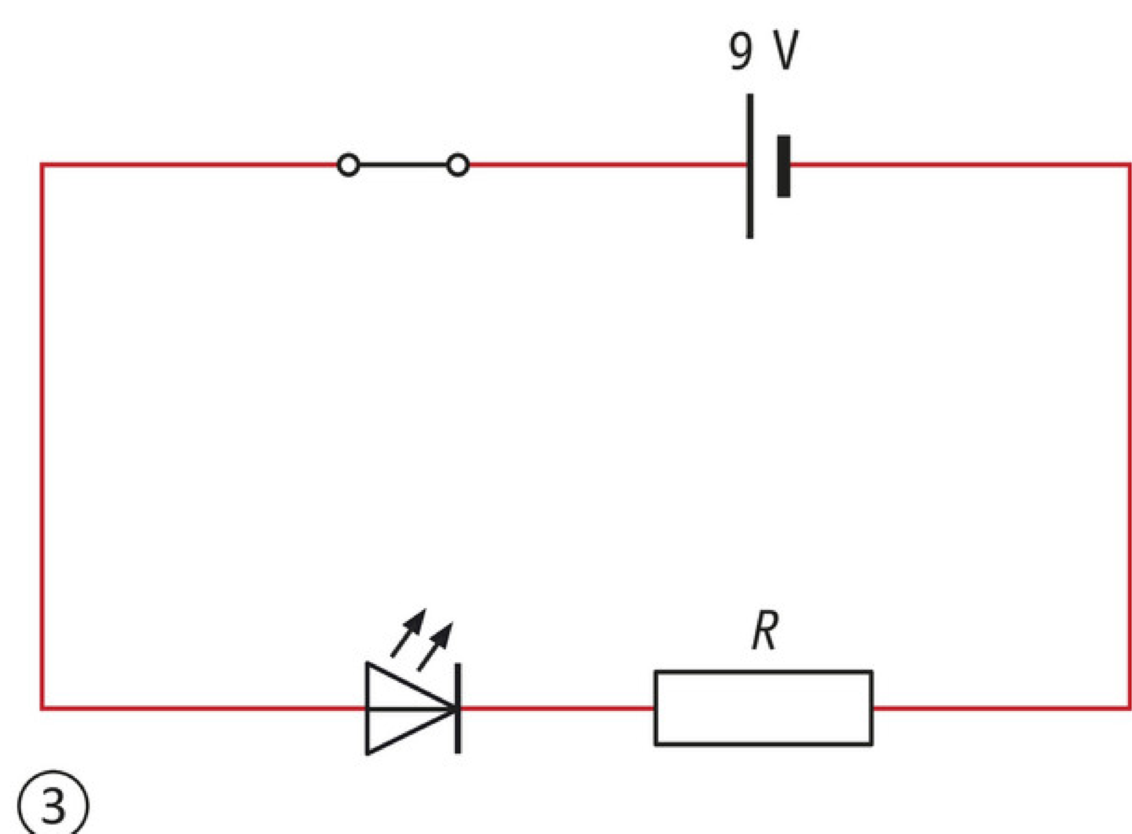
....

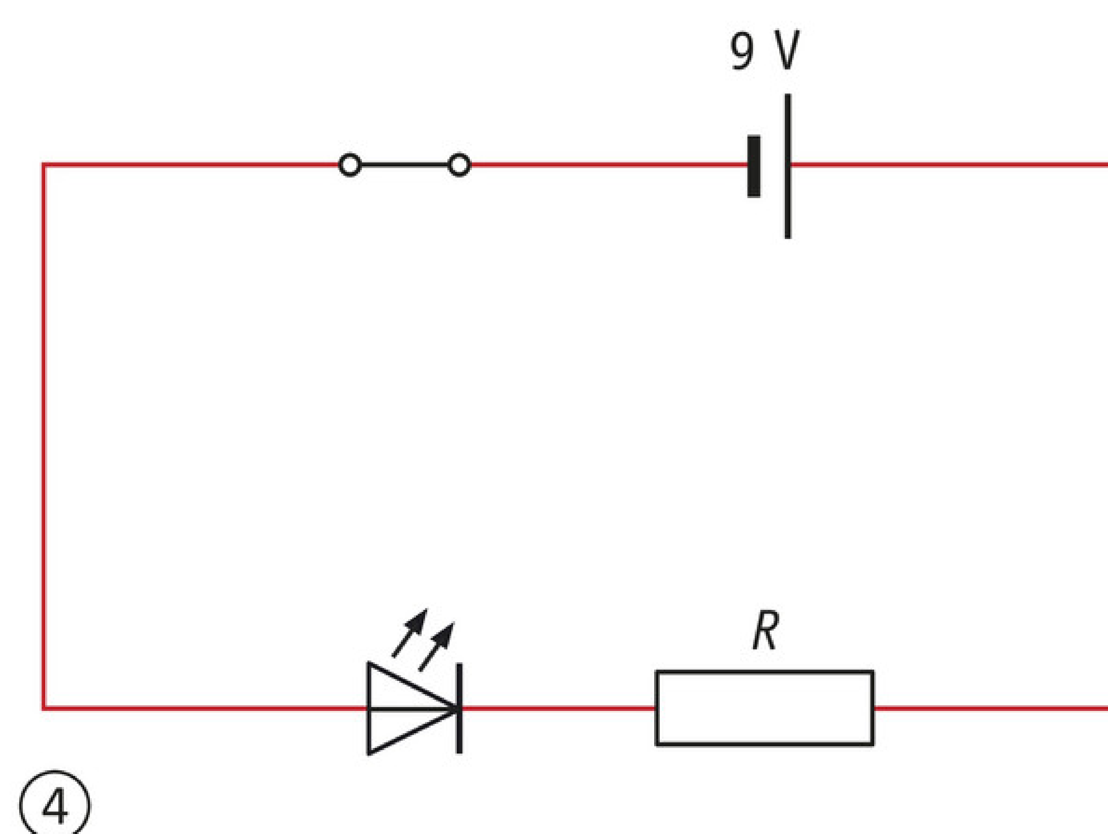
....

afbeelding 11 Een schakeling met een led als controlelampje.









11 Wietske doet twee oplaadbare AA-batterijen van elk 1800 mAh in haar zaklamp (afbeelding 12).



afbeelding 12 Wietskes batterijen.

a Bereken de totale capaciteit van de twee batterijen in Wietskes zaklamp.

....

....

b Op deze twee batterijen kan de zaklamp 1,5 h blijven werken.
Bereken hoe groot de stroomsterkte in ampère is, als Wietske de zaklamp gebruikt.

....

....

....

....

....

c Na een aantal keren opladen neemt de capaciteit van de batterijen af. Op een gegeven moment werkt de zaklamp nog maar 0,9 h op twee opgeladen batterijen.
Bereken tot welke waarde de capaciteit van de twee batterijen samen is gedaald.

....

....

....

....

....

d Bereken tot welke waarde de capaciteit van één batterij is gedaald.

....

....

e Nu doet Wietske twee AA-batterijen van 3000 mAh per stuk in de zaklamp.
Bereken hoelang Wietskes zaklamp op deze batterijen blijft werken.

....

....

....

....

....

12 Hierna staan drie spanningsbronnen beschreven.
Bereken van elke spanningsbron het vermogen. Noteer de spanning, de stroomsterkte en het vermogen in tabel 3.

a Een accu van een automotor als de auto start. De spanning is 8 V, de stroomsterkte is 160 A.

b Een batterij in een rekenmachine. De spanning is 1,5 V, de stroomsterkte is 0,000 08 A.

c Een zonnecel van een installatie waarmee drinkwater voor koeien wordt opgepompt. De spanning is 0,7 V, de stroomsterkte is 0,1 A.

tabel 3 Vier spanningsbronnen

spanningsbron	*U* (V)	*I* (A)	*P* (W)
accu automotor			
batterij rekenmachine			
zonnecel			

13 Zie de vaardigheid *Werken met meetinstrumenten*.
Vera wil het vermogen bepalen dat een batterij aan een lampje levert. In afbeelding 13 is haar schakeling gedeeltelijk weergegeven.

a Teken in afbeelding 13 hoe Vera de verschillende onderdelen met snoeren moet verbinden.

b Nadat Vera de schakeling heeft afgemaakt, kijkt ze op de beide meters (afbeelding 14). Noteer hoe groot de spanning en de stroomsterkte zijn.

U = ... *I* = ...

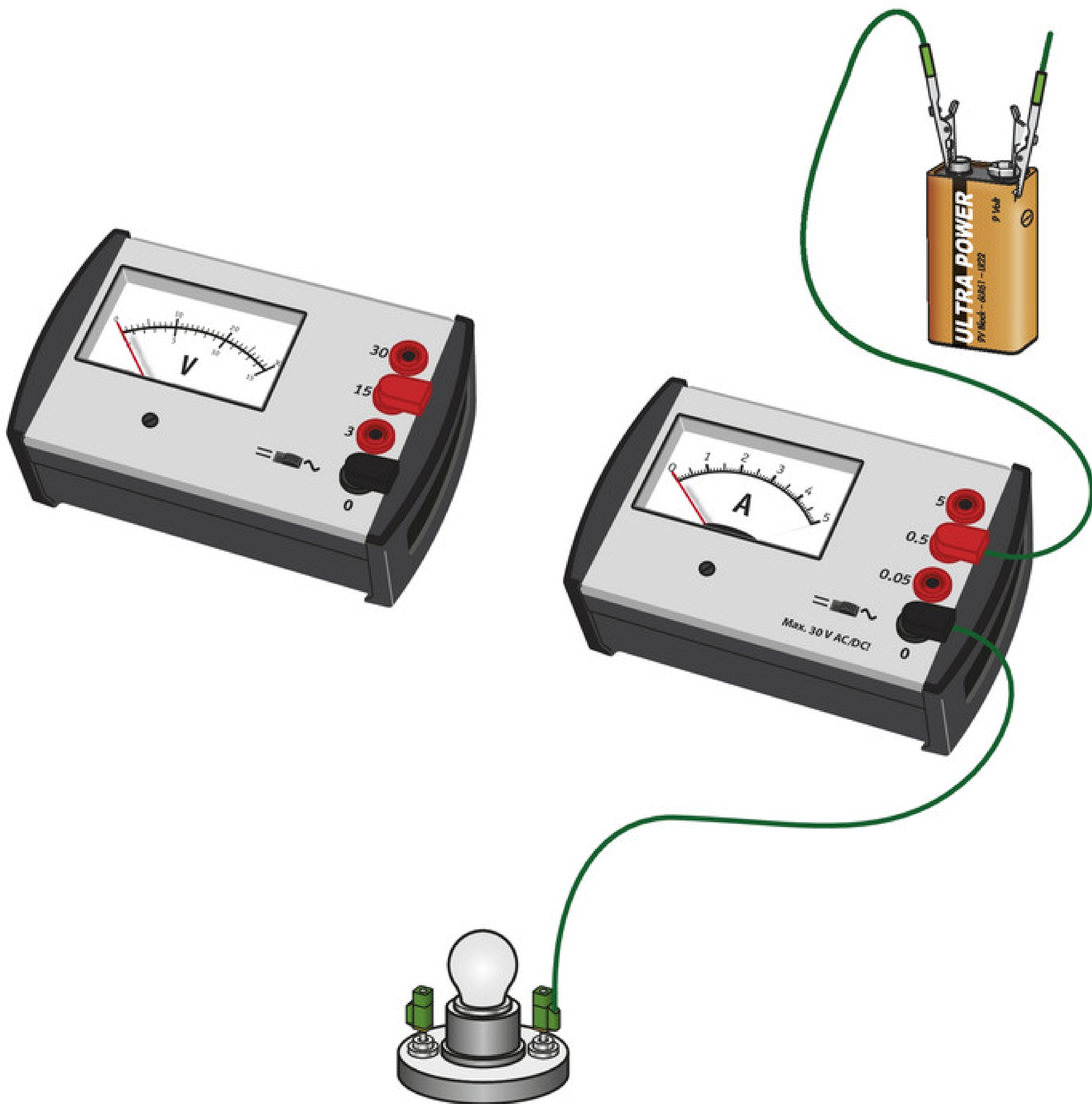
c Bereken hoe groot het vermogen is dat de batterij aan het lampje levert.

....

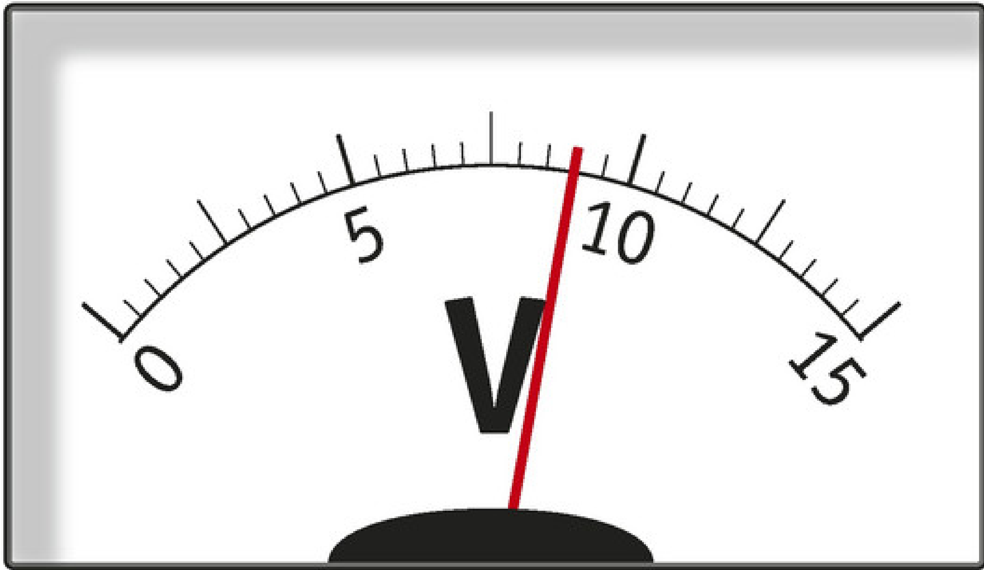
....

....

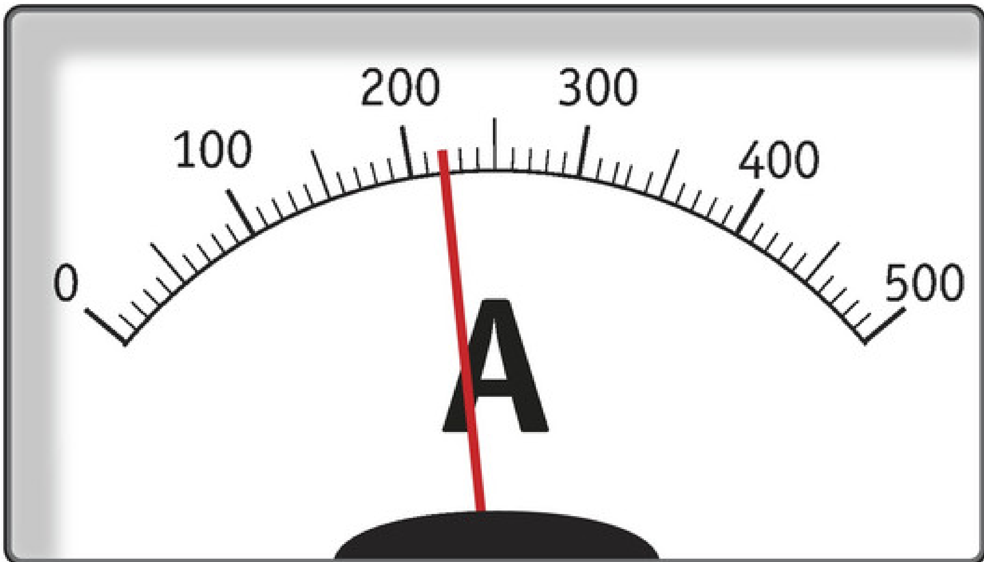
....



afbeelding 13 De proefopstelling van Vera.



0-15 V



0-500 mA

afbeelding 14 De meetresultaten van Vera.

14  Zie de vaardigheid *Werken met voorvoegsels*.
In Henks telefoon zit een lithium-ion-accu die een spanning levert van 3,5 V. Als Henk zijn favoriete game speelt, levert de accu een vermogen van (gemiddeld) 0,45 W.

a Bereken de stroomsterkte als Henk aan het gamen is.

....

....

....

....

....

b De accu in de telefoon heeft een capaciteit van 1550 mAh.
Toon aan dat Henk ongeveer 12 uur met zijn telefoon kan gamen.

....

....

....

....

....

c In de stand-bystand kan de accu maar liefst 300 uur mee, voordat Henk hem weer moet opladen.
Bereken hoe groot de gemiddelde stroomsterkte (in mA) in de stand-bystand is.

....

....

....

....

....

d Bereken het gemiddelde vermogen van de telefoon in de stand-bystand (in mW).

....

....

....

....

....

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

2 Spanning transformeren

LEERDOELEN

12.2.1 Je kunt uitleggen wat het verschil is tussen hoogspanning, netspanning en veilige spanning.

12.2.2 Je kunt toelichten wat wordt bedoeld met: de netspanning in Nederland is 230 V / 50 Hz.

12.2.3 Je kunt uitleggen waarom veel apparaten een eigen adapter (netstekkervoeding) hebben.

12.2.4 Je kunt beschrijven hoe een transformator energie opneemt, omzet en weer afstaat.

12.2.5 Je kunt berekenen hoe een transformator de spanning transformeert.

12.2.6 Je kunt berekeningen uitvoeren met het opgenomen en afgegeven vermogen van een (ideale) transformator.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	12.2.1	12.2.2	12.2.3	12.2.4	12.2.5	12.2.6	11.2.6*
Onthouden	2a, 3ab	2bc	6, 16a	1abcde, 5a	5b	15a	
Begrijpen	10			8abcd, 9, 16b		4, 14d	
Toepassen			13c	7ab, 16c	11abc, 12abc	14ab, 15bc	13a, 14c
Analyseren			13b				

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

De oplader van een mobiele telefoon is ingebouwd in de stekker die je in het stopcontact steekt. Wat doet zo'n oplader met de spanning die hij van het stopcontact krijgt?

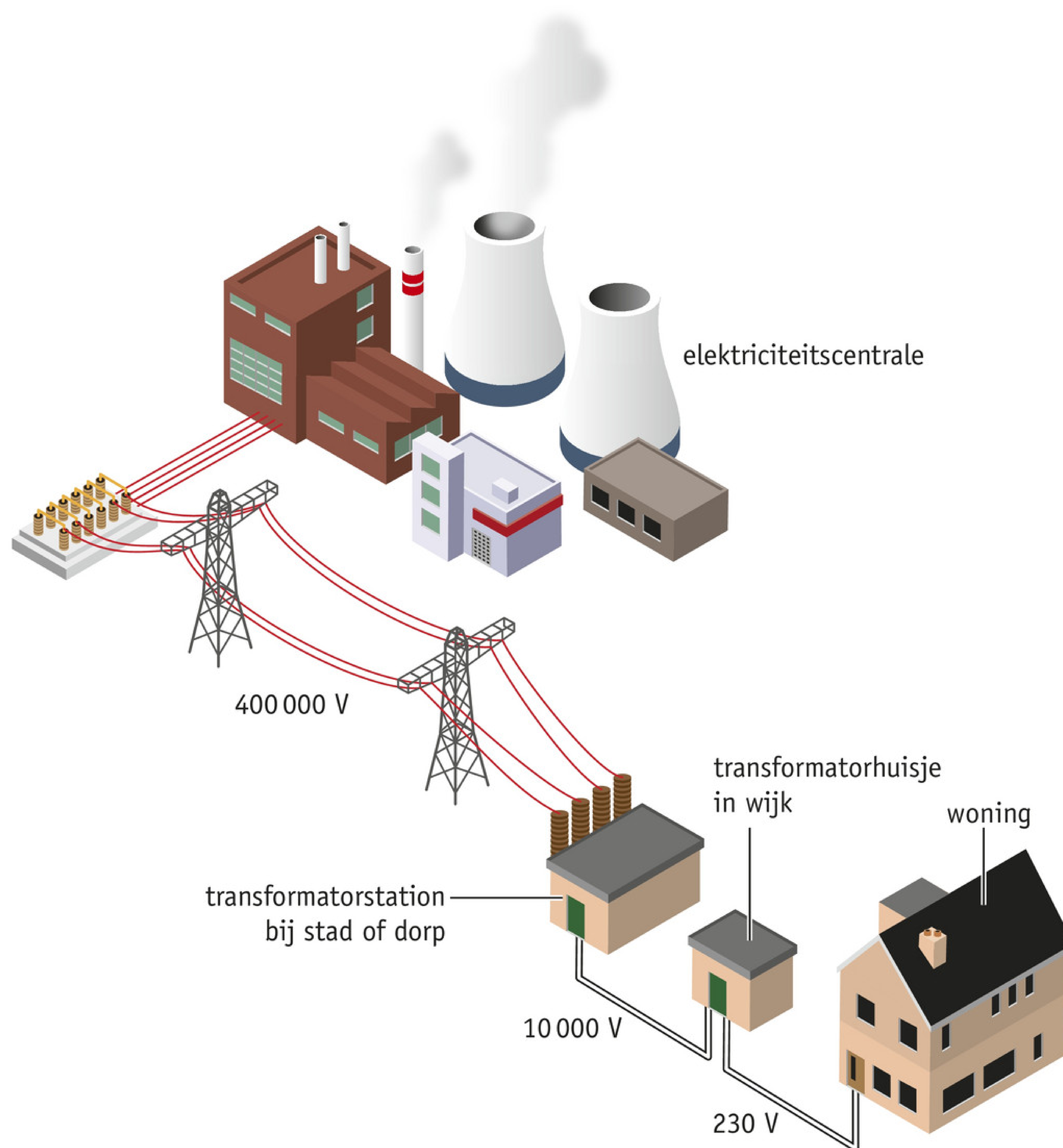
HET ELEKTRICITEITSNET

De generatoren van een elektriciteitscentrale of een windmolenpark produceren een wisselspanning, net als een dynamo. Het handige is dat je wisselspanning gemakkelijk kunt omzetten in een hogere of een lagere spanning. Je zegt dan dat de wisselspanning omhoog of omlaag wordt **getransformeerd**. Het apparaat dat de spanning transformeert, heet een **transformator**.

De spanning van de generatoren wordt bij een elektriciteitscentrale omhoog getransformeerd tot een hoogspanning van maximaal 400 000 V (afbeelding 1). Je kunt de elektrische energie zo met het minste energieverlies vervoeren. Hoe hoger de spanning, des te kleiner is het energieverlies in de leidingen.

Bovengrondse hoogspanningsleidingen vervoeren elektrische energie naar verschillende verdeelstations. In die stations wordt de spanning weer omlaag getransformeerd tot 10 000 V. Daarna wordt de elektrische energie via ondergrondse kabels vervoerd naar woonwijken en industrieterreinen.

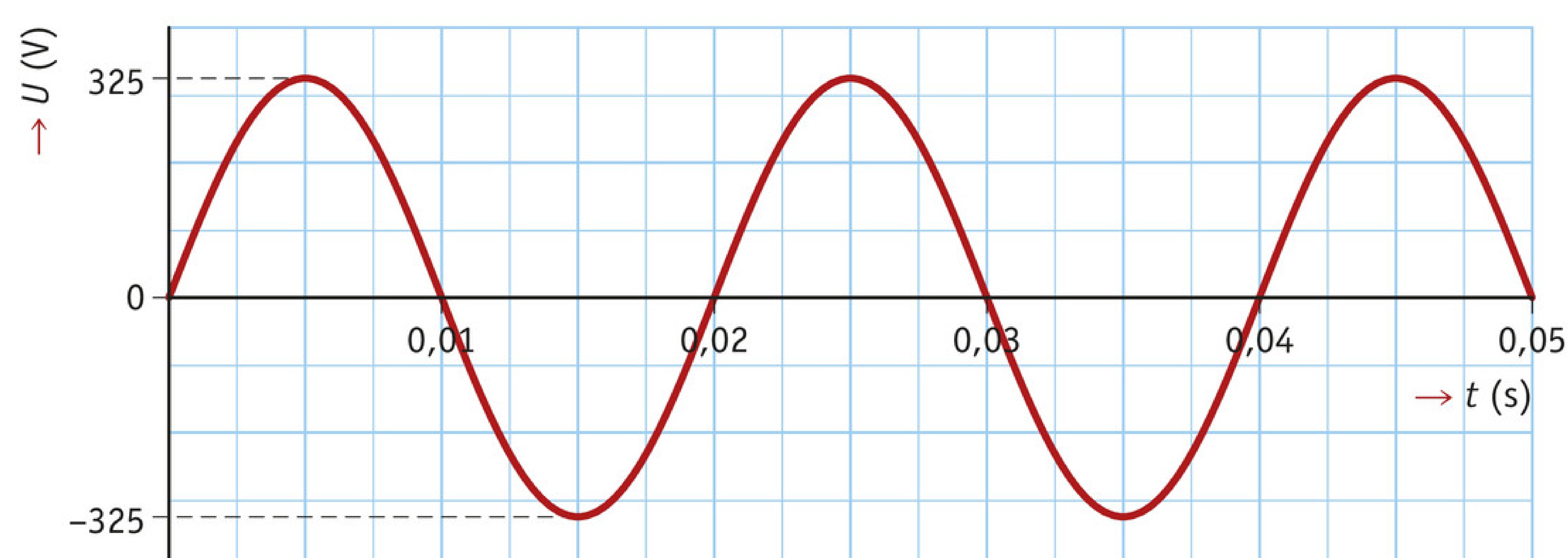
In elke woonwijk staan één of meer transformatorhuisjes. In zo'n huisje wordt de spanning nog verder omlaag getransformeerd, naar de **netspanning** die je in huis gebruikt (230 V). Daarna wordt de elektrische energie naar woningen getransporteerd.



afbeelding 1 Zo wordt de elektrische energie bij je thuis gebracht.

DE NETSPANNING

Het lichtnet bij je thuis levert een wisselspanning met een frequentie van 50 Hz. De spanning verandert volgens een golfpatroon dat zich vijftig keer per seconde herhaalt (afbeelding 2). De effectieve waarde van deze wisselspanning is 230 V. Dat wil zeggen dat je deze wisselspanning voor de meeste toepassingen kunt vervangen door een gelijkspanning van 230 V, zonder dat je een verschil merkt.



afbeelding 2 Een wisselspanning van 50 Hz en (effectief) 230 V.

Een (effectieve) spanning van 230 V is voor allerlei toepassingen nog te hoog. Je vindt in huis allerlei apparaten die een lagere spanning nodig hebben. Denk aan een telefoon, een laptop, een snoerloze boormachine, een babyfoon, enzovoort. Die spanning wordt geleverd door een transformator die de 230 V van het lichtnet omzet naar een veilige spanning van bijvoorbeeld 6, 9 of 12 V.

Sommige apparaten, zoals een desktopcomputer, hebben een ingebouwde transformator. Meestal maakt een transformator deel uit van de **adapter** (officiële naam: netstekkervoeding) van een apparaat. Vaak bevat zo'n adapter ook een **gelijkrichter**. Dat is een schakeling die van een wisselspanning een gelijkspanning maakt (afbeelding 3). Hierbij wordt gebruikgemaakt van diodes.

afbeelding 3 De symbolen voor wisselspanning (a) en gelijkspanning (b).



VOORBEELDOPDRACHT 1

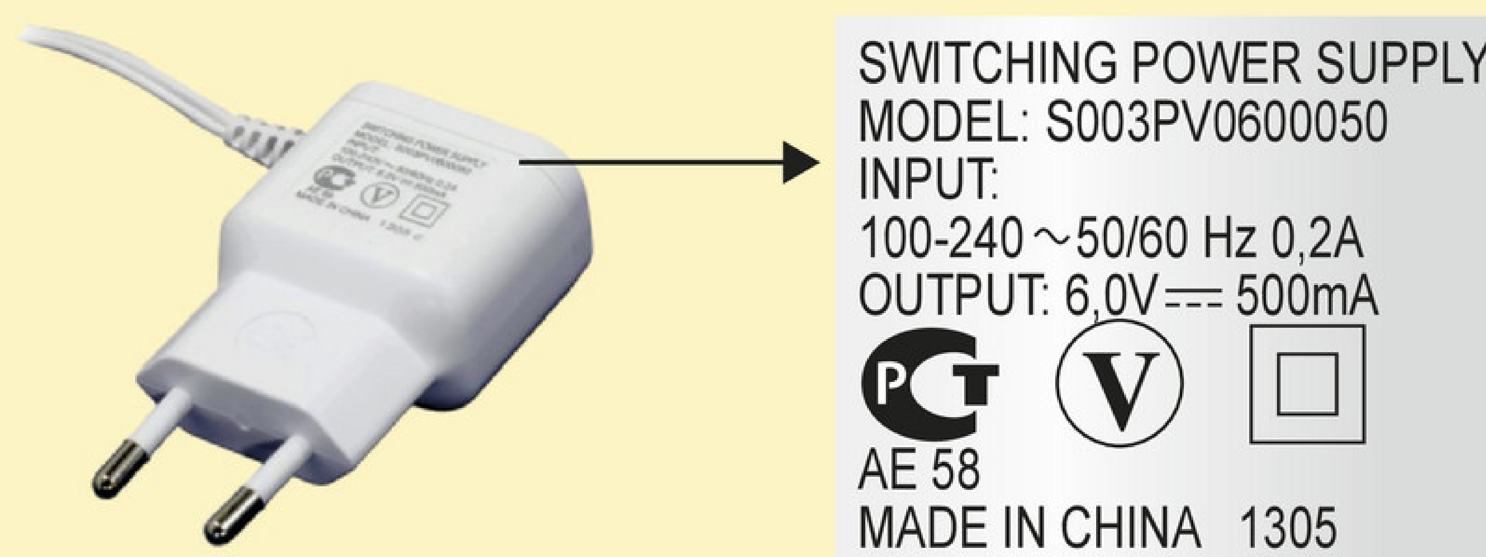
In afbeelding 4 zie je de adapter van een babyfoon.
Bereken het maximale vermogen dat deze adapter kan leveren.

Voor het geleverde vermogen moet je kijken naar de output:

gegevens U = 6,0 V
I = 500 mA = 0,5 A

gevraagd P = ? W

uitwerking $P = U \cdot I$ = 6,0 × 0,5 = 3,0 W



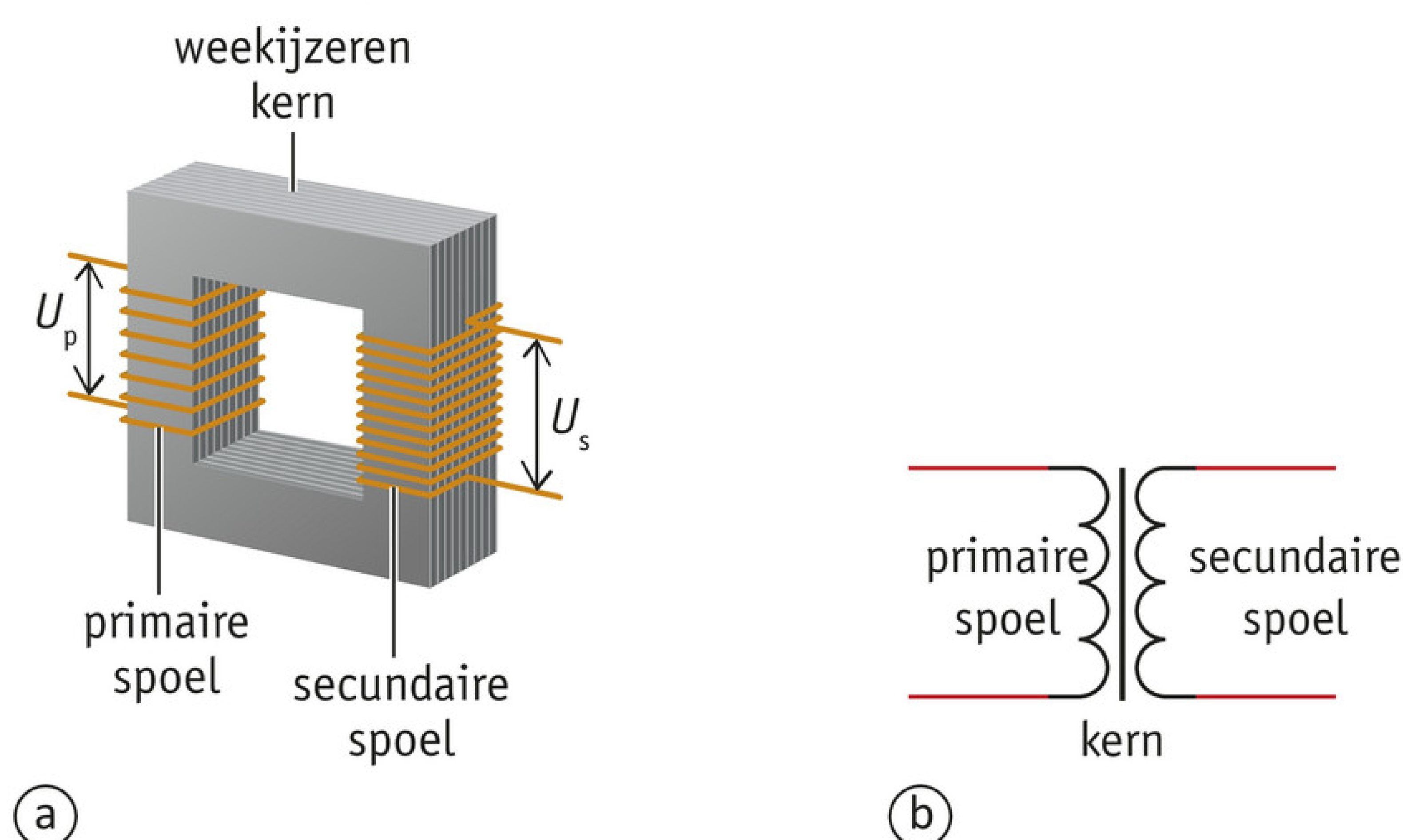
afbeelding 4 De adapter van een babyfoon.

DE TRANSFORMATOR

PROEF 2

In afbeelding 5 zie je een eenvoudige transformator. De transformator bestaat uit twee spoelen die om een weekijzeren kern zijn bevestigd. Je sluit de **primaire spoel** aan op de spanning die je wilt transformeren. Deze noem je de **primaire spanning** of U_p. De **secundaire spoel** levert dan een (omhoog of omlaag) getransformeerde spanning. Deze noem je de **secundaire spanning** of U_s.

afbeelding 5 Zo zit een transformator in elkaar (a) met rechts het schakelsymbool (b).



Een transformator maakt gebruik van een veranderend magneetveld, net als een dynamo:

- Als je de primaire spoel aansluit op een wisselspanning, loopt er een wisselstroom door de koperdraad. Daardoor wordt de primaire spoel een elektromagneet. Doordat de stroom steeds van grootte en richting verandert, doet het opgewekte magneetveld dat ook.
- De weekijzeren kern wordt op deze manier gemagnetiseerd. De magnetisering verandert mee met het magneetveld van de primaire spoel.
- Het gevolg is dat er ook in de secundaire spoel een veranderend magneetveld aanwezig is. Daardoor ontstaat er een wisselspanning tussen de uiteinden van de secundaire spoel.

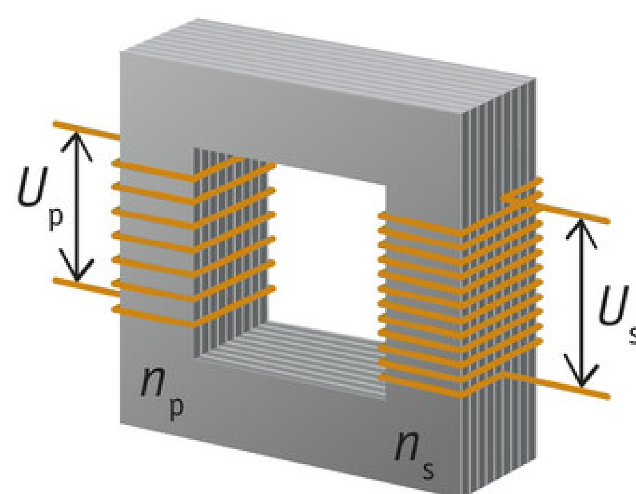
De elektrische energie die de primaire spoel opneemt, geeft de secundaire spoel weer af. Toch loopt er geen stroom van de primaire naar de secundaire spoel. De energie wordt vervoerd door het magneetveld; daar komt geen elektriciteit aan te pas. Je zegt daarom dat de spoelen magnetisch aan elkaar zijn gekoppeld.

OMHOOG OF OMLAAG TRANSFORMEREN

Of de spanning hoger of lager wordt, hangt af van het aantal windingen van de spoelen (afbeelding 6):

- Als de secundaire spoel meer windingen heeft dan de primaire spoel, is U_s groter dan U_p. De spanning wordt dan omhoog getransformeerd.
- Als de secundaire spoel minder windingen heeft dan de primaire spoel, is U_s kleiner dan U_p. De spanning wordt dan omlaag getransformeerd.

afbeelding 6 De spanning hangt af van het aantal windingen.



De primaire spoel heeft 7 windingen (n_p = 7), de secundaire spoel heeft er 12 (n_s = 12). De secundaire spanning U_s is daardoor hoger dan de primaire spanning U_p.

Het verband tussen het aantal windingen en de primaire en secundaire spanning kun je schrijven als:

$$\frac{\text{aantal windingen primaire spoel}}{\text{aantal windingen secundaire spoel}} = \frac{\text{primaire spanning}}{\text{secundaire spanning}}$$

Of in symbolen:

$$\frac{n_p}{n_s} = \frac{U_p}{U_s}$$

In deze formule is:

- n_p het aantal windingen van de primaire spoel;
- n_s het aantal windingen van de secundaire spoel;
- U_p de primaire spanning in volt (V);
- U_s de secundaire spanning in volt (V).

VOORBEELDOPDRACHT 2

De transformator van een deurbel heeft een primaire spoel met 800 windingen en een secundaire spoel met 32 windingen. De primaire spoel is aangesloten op het lichtnet (230 V).
Bereken de secundaire spanning.

gegevens	primaire spoel	secundaire spoel
	$n_p = 800$	$n_s = 32$
	$U_p = 230$ V	$U_s = ?$ V

gevraagd $U_s = ?$ V

uitwerking

$$\frac{n_p}{n_s} = \frac{U_p}{U_s}$$

$$\frac{800}{32} = \frac{230}{U_s}$$

$$800 \times U_s = 230 \times 32$$

$$U_s = \frac{230 \times 32}{800} = \frac{7360}{800} = 9{,}2 \text{ V}$$

HET RENDEMENT VAN EEN TRANSFORMATOR

Transformatoren hebben een hoog rendement. Van de opgenomen elektrische energie wordt maar een klein deel omgezet in warmte. De secundaire spoel geeft bijna evenveel elektrische energie af als de primaire spoel opneemt. Grote transformatoren hebben een rendement dat boven 99% ligt.

Bij het maken van berekeningen wordt vaak aangenomen dat een transformator een rendement heeft van 100%. Voor zo'n **ideale transformator** geldt:

door de primaire spoel opgenomen elektrisch vermogen = door de secundaire spoel afgegeven elektrisch vermogen

In formulevorm:

$$P_p = P_s$$

VOORBEELDOPDRACHT 3

Een pizzabezorger drukt op de deurbel van een bezorgadres (afbeelding 7). Door de bel loopt dan een stroom van 1,25 A bij een spanning van 9,2 V. De spanning van 9,2 V wordt geleverd door een transformator die aan de primaire kant is aangesloten op het lichtnet (230 V).
Bereken de stroomsterkte door de primaire spoel. Ga ervan uit dat de transformator ideaal is.



afbeelding 7 Als je aanbelt, wordt de stroomkring door de deurbel gesloten.

	primaire spoel	secundaire spoel
gegevens	$U_p = 230$ V	$U_s = 9{,}2$ V
	$I_p = ?$ A	$I_s = 1{,}25$ A

gevraagd $I_p = ?$ A

uitwerking Bereken eerst het vermogen van de secundaire spoel.

$P_s = U_s \cdot I_s$

$P_s = 9{,}2 \times 1{,}25 = 11{,}5$ W

De transformator is ideaal, dus $P_p = P_s = 11{,}5$ W.

$P_p = U_p \cdot I_p$

$$I_p = \frac{P_p}{U_p} = \frac{11{,}5}{230} = 0{,}050 \text{ A}$$

De stroomsterkte door de primaire spoel is 0,050 A.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Een transformator bestaat uit twee .... die om een .... kern zijn bevestigd.

b De spanning waarop je de primaire spoel aansluit, noem je de .... spanning of ....

c De spanning die de secundaire spoel levert, noem je de .... spanning of ....

d Een transformator kan een spanning .... transformeren of .... transformeren.

e Of de spanning hoger of lager wordt, hangt af van het aantal .... van de beide spoelen.

2 Elektrische energie wordt vervoerd bij een zo hoog mogelijke spanning.

a Waarom wordt de spanning zo hoog mogelijk gemaakt?

....

....

....

b De spanning van 230 V die je thuis gebruikt, noem je de ....

c De spanning die je thuis gebruikt, heeft een frequentie van 50 Hz. Wat wordt daarmee bedoeld?

....

....

....

3 Van de elektriciteitscentrale tot je huis wordt de spanning omhoog en omlaag getransformeerd.

a Wat is de maximale spanning die op het hoogspanningsnet wordt gebruikt?

- ○ A 4000 V
- ○ B 40 000 V
- ○ C 400 000 V

b Waar wordt de spanning omlaag getransformeerd naar 230 V?

- ○ A in een elektriciteitscentrale
- ○ B in een transformatorhuisje in een woonwijk
- ○ C in een transformatorstation bij een stad

4 Voor een ideale transformator geldt: $P_p = P_s$
Beschrijf in eigen woorden wat hiermee wordt bedoeld.

....

....

....

....

5 Kies de juiste woorden.

a Een transformator werkt alleen als hij wordt aangesloten op *gelijkspanning* / *wisselspanning*.

b Als de secundaire spoel meer windingen heeft dan de primaire spoel dan wordt de spanning *omhoog* / *omlaag* getransformeerd.

6 Vul in.

Een netstekkervoeding bevat een eigen ingebouwde ....

Vaak bevat zo'n netstekkervoeding ook een .... Zo wordt van

een .... een .... gemaakt.

TOEPASSING

7 Tina doet twee proeven met de opstelling van afbeelding 8. Bij de eerste proef sluit ze spoel A aan op een gelijkspanning van 6 V.

a Wordt er in spoel B een wisselspanning opgewekt? Leg uit.

....

....

....

....

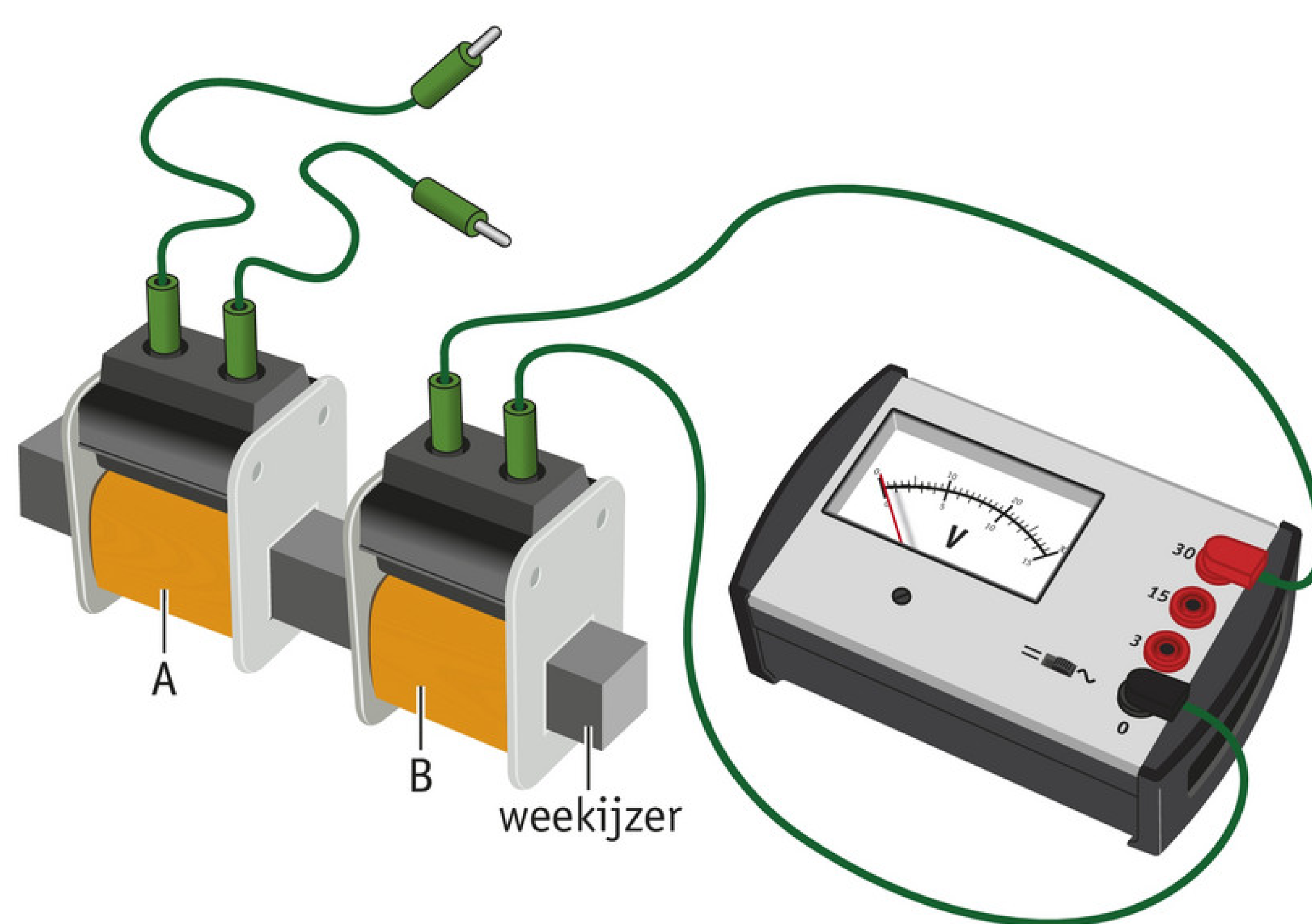
b Bij de tweede proef sluit Tina spoel A aan op een wisselspanning van 6 V. Wordt er in spoel B een wisselspanning opgewekt? Leg uit.

....

....

....

....



afbeelding 8 De opstelling van Tina.

8 Tijdens een practicum heeft Anja drie spoelen tot haar beschikking:

- spoel A heeft 100 windingen;
- spoel B heeft 200 windingen;
- spoel C heeft 400 windingen.

Anja kan een eenvoudige transformator maken door twee van de spoelen rond een weekijzeren kern te plaatsen.
Welke combinatie van spoelen kan ze gebruiken om een wisselspanning van 6 V:

a omhoog te transformeren tot 12 V (twee mogelijkheden)?

....

....

....

b omhoog te transformeren tot 24 V (één mogelijkheid)?

....

....

c omlaag te transformeren tot 3 V (twee mogelijkheden)?

....

....

....

d omlaag te transformeren tot 1,5 V (één mogelijkheid)?

....

....

9 Hierna zijn spanningen gegeven. Vergelijk steeds de spanning op de primaire spoel met de spanning op de secundaire spoel. Geef aan of de spanning omhoog of omlaag wordt getransformeerd.

- U_p = 230 V en U_s = 380 V *omhoog / omlaag*
- U_p = 230 V en U_s = 5 V *omhoog / omlaag*
- U_p = 230 V en U_s = 12 V *omhoog / omlaag*
- U_p = 230 V en U_s = 100 kV *omhoog / omlaag*

10 Erica laadt haar mobieltje op via het stopcontact. Tussen de elektriciteitscentrale en haar mobieltje is de spanning enkele keren omhoog en omlaag getransformeerd.
Noteer in tabel 1 de spanningsveranderingen tussen de elektriciteitscentrale en het mobieltje van Erica. Kies in de eerste twee lege kolommen uit:
12 V – 230 V – 10 kV – 400 kV.

tabel 1 Vier keer de spanning transformeren.

de transformator	transformeert de spanning		
	van	naar	omhoog/omlaag
in de elektriciteitscentrale			
in het verdeelstation			
in het transformatorhuisje			
in de adapter van het mobieltje			

11 Een fabriek produceert drie types transformatoren: type A, type B en type C. Transformator A transformeert de netspanning naar 12 V. De primaire spoel heeft 920 windingen.

a Bereken het aantal windingen van de secundaire spoel.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

b Transformator B heeft een primaire spoel met 1380 windingen en een secundaire spoel met 54 windingen. De primaire spoel wordt aangesloten op de netspanning. Bereken de secundaire spanning.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

c Transformator C transformeert de netspanning naar 6 V. De secundaire spoel heeft 30 windingen.
Bereken het aantal windingen van de primaire spoel.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

12 In een fabriek wordt een test gedaan met transformator B uit opdracht 11b, om te zien of hij goed werkt. Daarvoor maakt een technicus een testopstelling. Maar bij het opbouwen van de testopstelling gaat er iets fout. De technicus sluit de spoel met 54 windingen (de primaire spoel) aan op 230 V. Hij verbindt de spoel met 1380 windingen (de secundaire spoel) met de proefopstelling.

a Bereken de secundaire spanning.

....

....

....

....

....

....

....

....

b De spanning aan de primaire kant van de transformator is .... V.

De spanning aan de secundaire kant van de transformator is .... V.

De transformator maakt de spanning $\frac{\text{......................}}{\text{......................}}$ = ... keer groter als je hem verkeerd om aansluit.

c De technicus heeft nu alles juist aangesloten. Als je de transformator op de juiste manier aansluit, verlaagt hij de spanning van 230 V naar 9 V. De spanning wordt dan $\frac{\text{................}}{\text{................}}$ = ... keer zo klein.

13  Zie de vaardigheid *Werken met formules (in één stap).*
Hamid laadt zijn laptop op met een adapter. Het opladen van zijn laptop gebeurt met een rendement van 85%. Tijdens het opladen neemt de adapter een elektrisch vermogen op van 60 W.

a Hoe groot is het elektrisch vermogen dat Hamids adapter afgeeft?

....

....

....

....

....

....

....

b De oplader van Hamids laptop levert een gelijkspanning van 19 V.
Uit welk gegeven kun je opmaken dat de oplader ook een gelijkrichter bevat?

....

....

....

....

c Waarom maakt de oplader deel uit van het snoer, en is hij niet in de laptop ingebouwd?

....

....

....

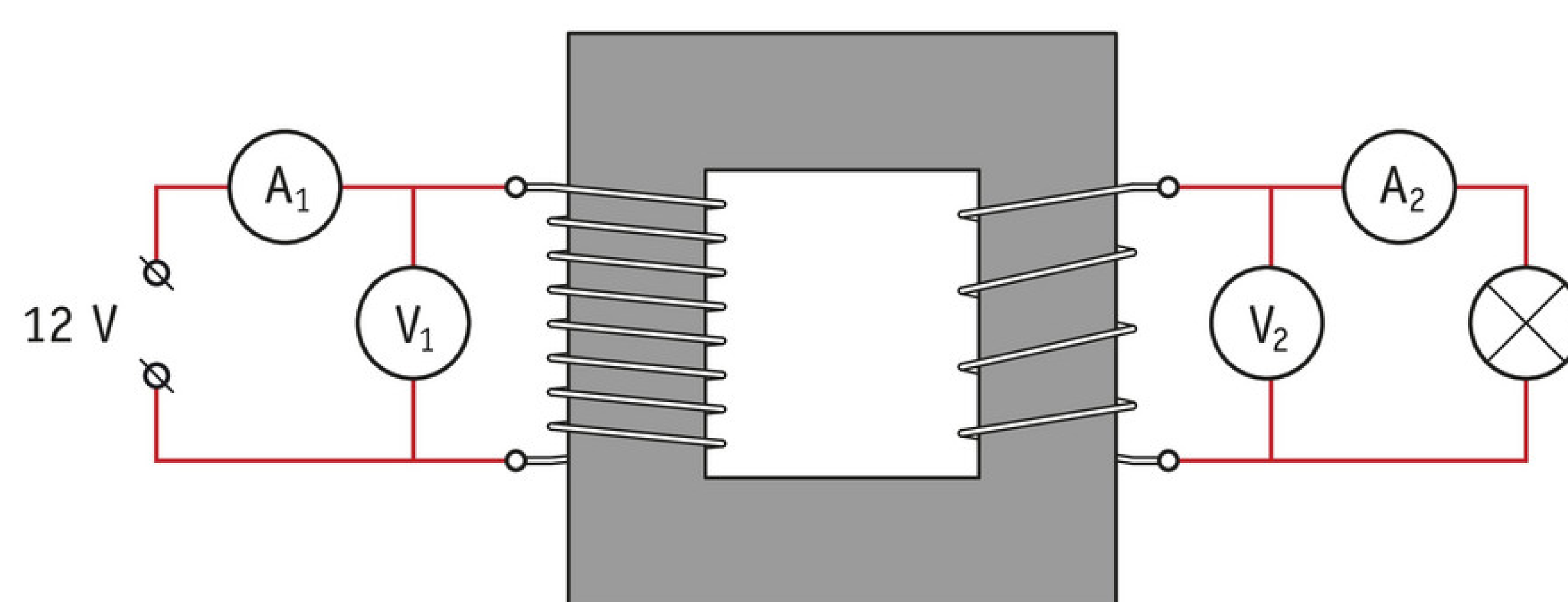
....

★ 14

Bij berekeningen wordt vaak aangenomen dat een transformator een rendement heeft van 100%. Leo onderzoekt hoe dat zit met transformatoren bij hem op school. Hij gebruikt de opstelling van afbeelding 9.

Bij één van zijn proeven noteert Leo de volgende gegevens:

- stroommeter 1 (primaire spoel): 0,25 A
- stroommeter 2 (secundaire spoel): 0,42 A
- spanningsmeter 1 (primaire spoel): 12,0 V
- spanningsmeter 2 (secundaire spoel): 6,0 V



afbeelding 9 Leo's proefopstelling.

a Bereken het vermogen dat de primaire spoel opneemt.

....

....

....

....

....

b Bereken het vermogen dat de secundaire spoel afgeeft.

....

....

....

....

....

c Bereken het rendement van de transformator van Leo. Tip: het opgenomen vermogen is het vermogen van de primaire spoel. En het afgegeven vermogen is het vermogen van de secundaire spoel.

....

....

....

....

....

d Is de transformator van Leo een 'ideale transformator'?

....

....

....

15 De lasser in afbeelding 10 heeft zijn lasapparaat aangesloten op een stopcontact. De transformator in het lasapparaat is een ideale transformator.

a Leg uit wat het betekent dat een transformator ideaal is.

....

....

....

b Tijdens het lassen loopt er een stroom van 14 A door de primaire spoel. De spanning over de primaire spoel is 230 V.
Bereken het vermogen dat de primaire spoel opneemt.

....

....

....

....

....

c De transformator in het lasapparaat brengt de spanning omlaag naar 48 V. Dit is de spanning door de secundaire spoel.
Bereken de stroomsterkte door de secundaire spoel.

....

....

....

....

....

....



afbeelding 10 Lassen met een lasapparaat op de voorgrond.

16 Henrieke koopt een mobieltje. Ze krijgt er een adapter (een 'oplader') bij. Op die adapter staat onder andere:
AC IN ~ 230 V 50 Hz 42 mA
DC OUT = 4.2 V 770 mA

a Behalve een transformator zit er ook een gelijkrichter in deze adapter.
Wat doet een gelijkrichter?

....

....

b De transformator in de adapter heeft twee spoelen.
Hoe groot is de spanning:

- waarop de primaire spoel wordt aangesloten? ....
- die de secundaire spoel levert aan het mobieltje? ....

c Het aantal windingen in de primaire spoel is *groter* / *kleiner* dan het aantal windingen in de secundaire spoel.

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

3 Serie- en parallelschakeling

LEERDOELEN

12.3.1 Je kunt herkennen of schakelonderdelen in serie of parallel zijn geschakeld.
12.3.2 Je kunt uitleggen waarom elektrische apparaten parallel worden geschakeld.
12.3.3 Je kunt de regels toepassen voor de spanning en stroomsterkte in een serieschakeling.
12.3.4 Je kunt de regels toepassen voor de spanning en stroomsterkte in een parallelschakeling.
12.3.5 Je kunt de vervangingsweerstand berekenen van een serie- en van een parallelschakeling.
12.3.6 Je kunt de formules voor vermogen en energie toepassen in serie- en parallelschakelingen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	12.3.1	12.3.2	12.3.3	12.3.4	12.3.5	12.3.6
Onthouden		4	2abc, 3b	1a, 5abc	1b, 3a	
Begrijpen	10a					
Toepassen	6ab		7abc, 9e, 11b, 13b	9abc, 10bcd, 11c	7d, 8abc, 9d, 11a, 13a	13cd
Analyseren			12cd	12ab		

Op de elektrische installatie van een auto is een groot aantal lampen aangesloten: koplampen, remlichten, achterlichten, knipperlichten, stadslichten, achteruitrijlichten, enzovoort. Zijn die lampen in serie of parallel geschakeld? En hoe weet je dat?

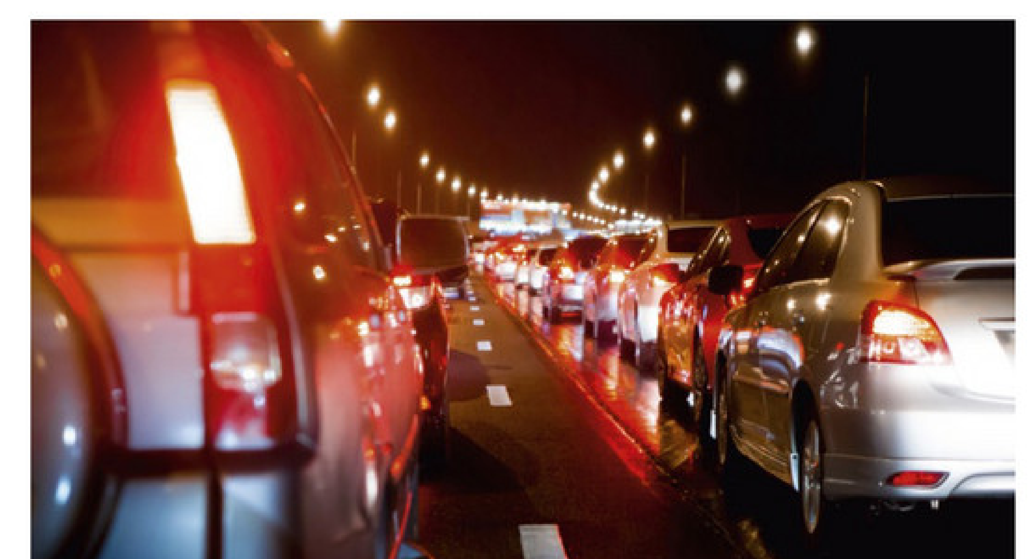
TWEE SOORTEN SCHAKELINGEN

Elektrische onderdelen kun je in serie of parallel schakelen. Bij een **serieschakeling** heb je maar één stroomkring. De stroom gaat achtereenvolgens door elk onderdeel heen. Als je op één plaats de stroom onderbreekt, valt de stroom in de hele stroomkring uit.

Bij een **parallelschakeling** heb je voor elk onderdeel een aparte stroomkring. De stroom door onderdeel 1 gaat niet door onderdeel 2, enzovoort. Als je de stroom bij onderdeel 1 onderbreekt, blijven de andere onderdelen gewoon werken.

Elektrische apparaten worden altijd parallel aan elkaar geschakeld. Dat heeft twee voordelen:

- In een parallelschakeling is elk onderdeel (lamp, apparaat, weerstand) op dezelfde spanning aangesloten. De elektrische apparaten in huis werken allemaal op 230 V. De elektrische onderdelen van een auto werken allemaal op 12 V.
- In een parallelschakeling kun je elk onderdeel apart aan- en uitzetten. Denk bijvoorbeeld aan de lampen, de ruitenwissers, de ventilator, de airconditioning en de achterruitverwarming van een auto. Je kunt elk onderdeel apart bedienen, met een eigen schakelaar (afbeelding 1).



afbeelding 1 De achterlichten en remlichten van een auto worden apart van elkaar bediend.

Serieschakelingen worden ook veel praktisch toegepast. Schakelaars staan bijvoorbeeld in serie met het onderdeel dat ze bedienen. Zet je de schakelaar in de UIT-stand, dan loopt er ook geen stroom meer door het bijbehorende onderdeel. Elektronicaweerstanden worden vaak in serie geschakeld om aan de gewenste weerstandswaarde te komen.

DE REGELS VOOR EEN SERIESCHAKELING

PROEF 3

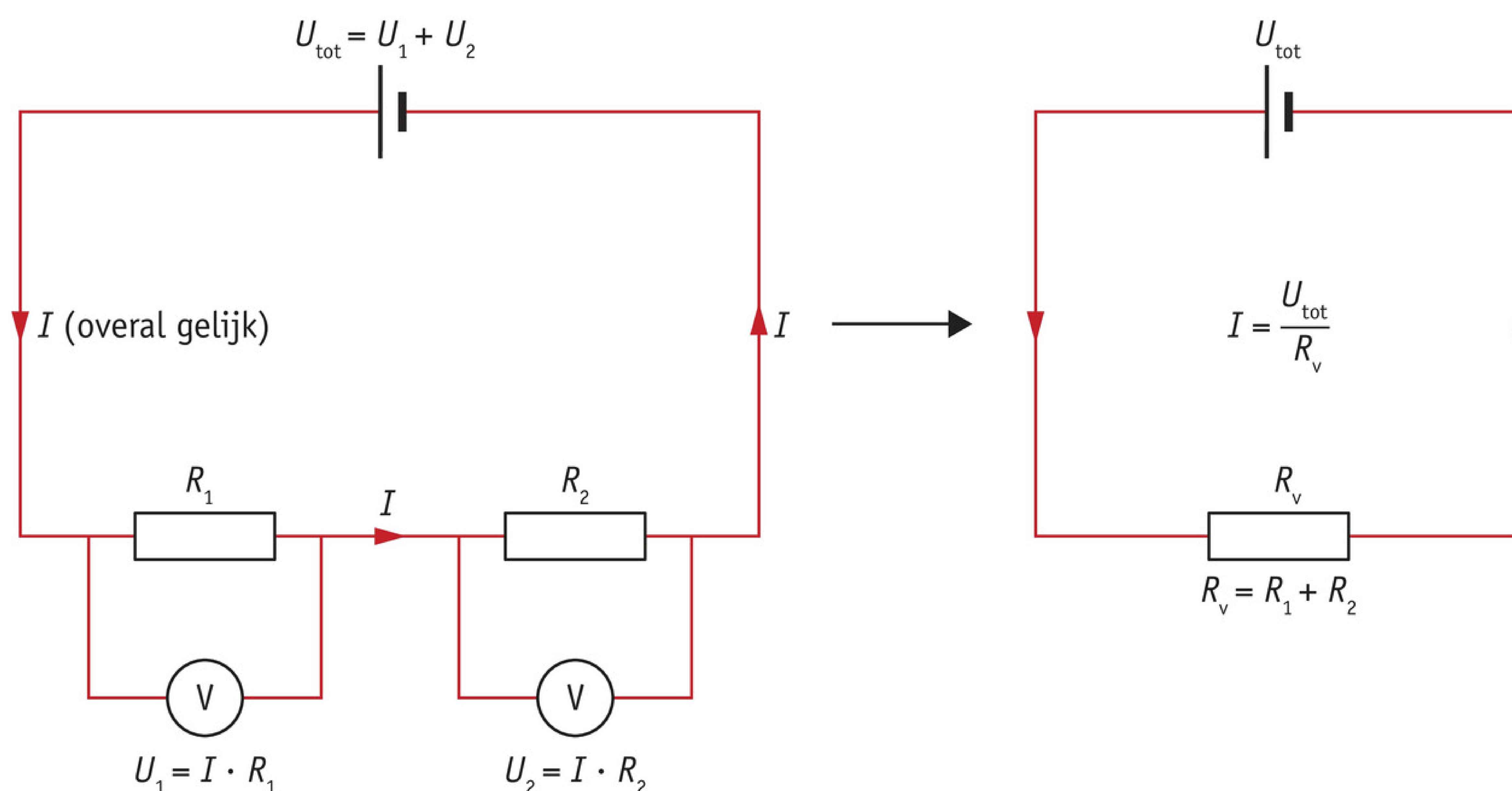
Een serieschakeling en een parallelschakeling hebben verschillende eigenschappen. Daardoor is de manier waarop je rekent met spanning, stroomsterkte en weerstand ook verschillend. Dit zijn de regels voor een serieschakeling:

- De stroomsterkte in een serieschakeling is overal even groot. Er zijn geen vertakkingen waarover de stroom zich moet verdelen. Daarom gebruik je voor de stroomsterkte in een serieschakeling altijd de letter I zonder toevoegingen.
- De spanning verdeelt zich in een serieschakeling over de verschillende schakelonderdelen. Dat merk je als je twee lampjes in serie schakelt en aansluit op een batterij van 9 V.
  - Als de twee lampjes dezelfde weerstand hebben, brandt elk lampje op 4,5 V. Dat is de helft van de bronspanning.
  - Als de twee lampjes een verschillende weerstand hebben, wordt de bronspanning U_{tot} niet precies in tweeën verdeeld. Over lampje 1 staat dan een spanning $U_1 = I \cdot R_1$ en over lampje 2 een spanning $U_2 = I \cdot R_2$. Bij elkaar opgeteld zijn U_1 en U_2 gelijk aan de bronspanning: $U_{tot} = U_1 + U_2$ (afbeelding 2).
- Je berekent de totale weerstand (ook wel de vervangingsweerstand genoemd) door de afzonderlijke weerstanden bij elkaar op te tellen: $R_v = R_1 + R_2$. Om de stroomsterkte door een serieschakeling te vinden, bepaal je eerst de vervangingsweerstand. Daarna kun je de stroomsterkte berekenen met de formule:

$$\text{stroomsterkte} = \frac{\text{totale spanning}}{\text{vervangingsweerstand}}$$

In symbolen schrijf je dit als:

$$I = \frac{U_{tot}}{R_v}$$



afbeelding 2 Stroomsterkte I, spanning U en weerstand R in een serieschakeling.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Twee weerstanden, de een van 5 Ω, de ander van 10 Ω, zijn in serie geschakeld. De bronspanning is 12 V.
Bereken hoe groot de spanning is:
- over weerstand 1;
- over weerstand 2.

gegevens $R_1 = 5\ \Omega$
$R_2 = 10\ \Omega$
$U_{tot} = 12\ V$

gevraagd $U_1 = ?\ V$
$U_2 = ?\ V$

uitwerking $R_v = R_1 + R_2 = 5 + 10 = 15\ \Omega$
$I = \frac{U_{tot}}{R_v} = \frac{12}{15} = 0{,}8\ A$
$U_1 = I \cdot R_1 = 0{,}8 \times 5 = 4\ V$
$U_2 = I \cdot R_2 = 0{,}8 \times 10 = 8\ V$

controle $U_{tot} = U_1 + U_2 = 4 + 8 = 12\ V$ (en dat is juist)

DE REGELS VOOR EEN PARALLELSCHAKELING

PROEF 4

Bij een parallelschakeling verdeelt de stroom zich over verschillende stroomkringen. Dat zie je terug in de regels voor dit soort schakelingen:
- In een parallelschakeling zijn alle onderdelen rechtstreeks aangesloten op dezelfde bronspanning. Daarom gebruik je voor de spanning in een parallelschakeling altijd de letter *U* zonder toevoegingen (afbeelding 3).
- De stroom verdeelt zich in een parallelschakeling over de verschillende vertakkingen. Als je twee weerstanden parallel schakelt, kun je de stroomsterkte door weerstand 1 berekenen met: $I_1 = \frac{U}{R_1}$ en de stroomsterkte door weerstand 2 met: $I_2 = \frac{U}{R_2}$
Daarna kun je de totale stroomsterkte I_{tot} berekenen met: $I_{tot} = I_1 + I_2 + \dots$
- Ook bij een parallelschakeling kan het nuttig zijn om te berekenen wat de weerstandswaarde is van twee (of meer) weerstanden samen. Je kunt deze vervangingsweerstand berekenen met de formule:

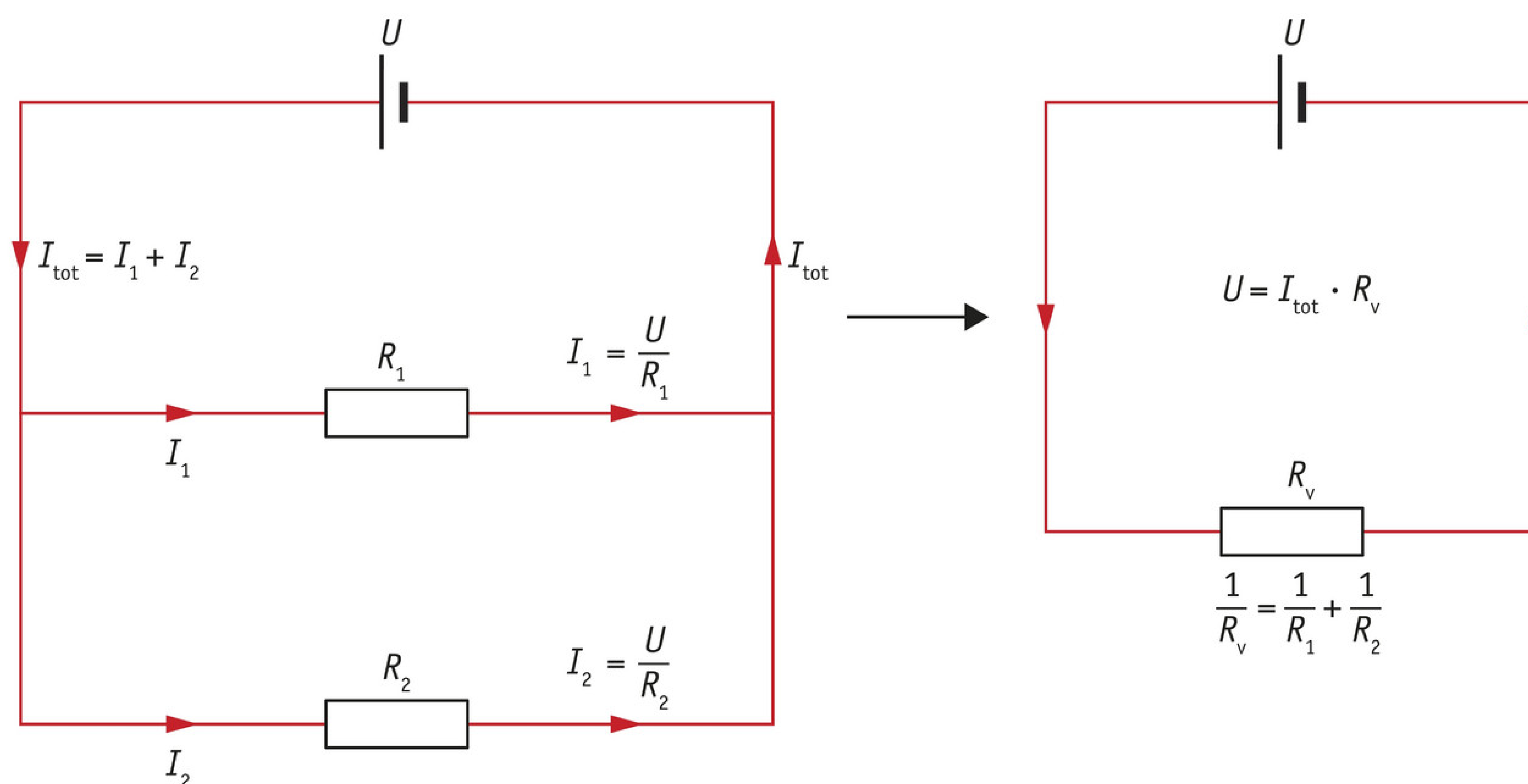
$$\frac{1}{\text{vervangingsweerstand}} = \frac{1}{\text{weerstand 1}} + \frac{1}{\text{weerstand 2}} + \dots$$

In symbolen schrijf je dit als:

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

In deze formule is:
- R_v de vervangingsweerstand in ohm (Ω);
- R_1 de waarde van weerstand 1 in ohm (Ω);
- R_2 de waarde van weerstand 2 in ohm (Ω);
enzovoort.

Let erop dat bij elke parallelschakeling R_v kleiner is dan R_1 en ook kleiner dan R_2, enzovoort.



afbeelding 3 Stroomsterkte I, spanning U en weerstand R in een parallelschakeling.

VOORBEELDOPDRACHT 2

Twee autolampen worden aangesloten op een voedingskastje. De lampen zijn parallel geschakeld. Lampje 1 heeft een weerstand van 30 Ω, lampje 2 een weerstand van 10 Ω. De spanning wordt ingesteld op 12 V (afbeelding 4).
Bereken de totale stroomsterkte in deze schakeling.

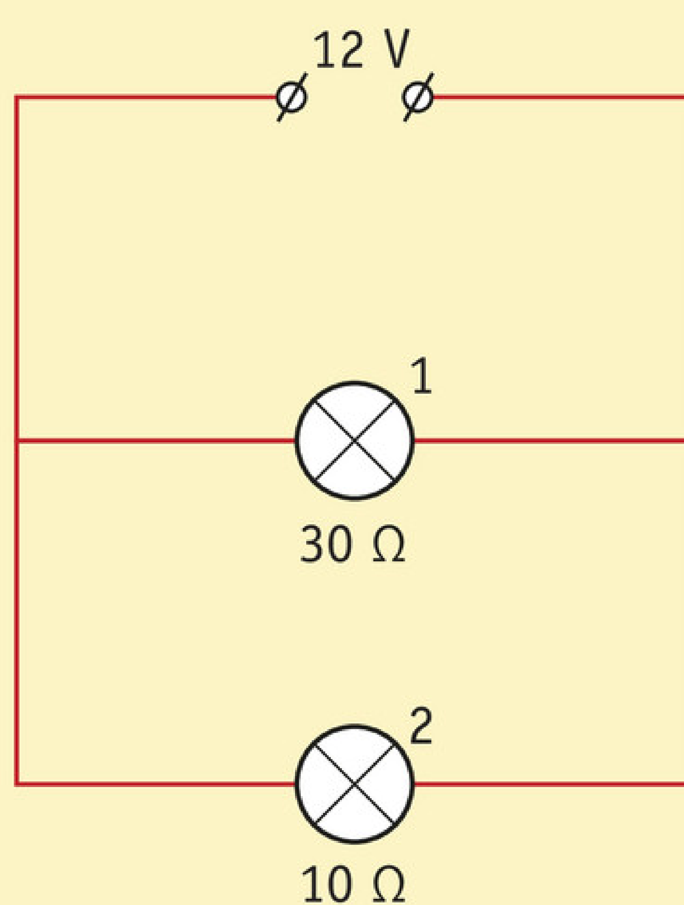
gegevens $R_1 = 30\ \Omega$
$R_2 = 10\ \Omega$
$U = 12\ V$

gevraagd $I_{tot} = ?\ A$

uitwerking $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{12}{30} = 0{,}4\ A$

$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{12}{10} = 1{,}2\ A$

$I_{tot} = I_1 + I_2 = 0{,}4 + 1{,}2 = 1{,}6\ A$



afbeelding 4 Een parallelschakeling van twee autolampen.

VOORBEELDOPDRACHT 3
Bereken de vervangingsweerstand van de twee lampen in afbeelding 4.

gegevens $R_1 = 30\ \Omega$
$R_2 = 10\ \Omega$
$U = 12$ V

gevraagd $R_v = ?\ \Omega$

uitwerking $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{30} + \frac{1}{10} = 0{,}013$

$R_v = \frac{1}{0{,}013} = 7{,}5\ \Omega$

controle $I = \frac{U_{tot}}{R_v} = \frac{12}{7{,}5} = 1{,}6$ A (en dat is juist)

R_v is kleiner dan R_1 en ook kleiner dan R_2, dus ook dat is juist.

FORMULES COMBINEREN
Vaak gebruik je formules over elektrische energie, zoals $P = U \cdot I$ en $E = P \cdot t$ in combinatie met de formules voor serie- en parallelschakelingen. Kijk eerst goed over welk onderdeel van de schakeling een opdracht gaat en zoek daarna de bijbehorende gegevens op.

VOORBEELDOPDRACHT 4
In voorbeeldopdracht 2 heb je de stroomsterktes door twee autolampen berekend. Gebruik de uitkomsten om het elektrisch vermogen van elke lamp te berekenen.

gegevens $U = 12$ V
$I_1 = 0{,}4$ A
$I_2 = 1{,}2$ A

gevraagd $P_1 = ?$ W
$P_2 = ?$ W

uitwerking $P_1 = U \cdot I_1 = 12 \times 0{,}4 = 4{,}8$ W
$P_2 = U \cdot I_2 = 12 \times 1{,}2 = 14{,}4$ W


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1

a Wat wordt bedoeld met 'de totale stroomsterkte' in een parallelschakeling?

....

....

b Drie weerstandjes worden parallel geschakeld.
Met welke formule kun je hun vervangingsweerstand berekenen?

....

2

Twee weerstandjes R_1 en R_2 worden in serie geschakeld.

a Met welke formule bereken je de spanning over R_1?

○ A $U_1 = I \cdot R_1$
○ B $U_1 = I + R_1$
○ C $U_1 = I - R_1$

b Met welke formule bereken je de spanning over R_2?

○ A $U_2 = I \cdot R_2$
○ B $U_2 = I + R_2$
○ C $U_2 = I - R_2$

c Met welke formule bereken je de totale spanning in deze schakeling?

○ A $U_{tot} = U_1 \cdot U_2$
○ B $U_{tot} = U_1 + U_2$
○ C $U_{tot} = U_1 - U_2$

3

Twee weerstandjes R_1 en R_2 worden in serie geschakeld.

a De formule om de vervangingsweerstand te berekenen is: R_v = ...

b De stroomsterkte in de serieschakeling is overal *even groot* / *verschillend*.

4

Een oven en een wasmachine zijn parallel geschakeld.
Welke twee voordelen heeft dit?

☐ A Je kunt ze apart aan- en uitzetten.
☐ B Je kunt ze beide op dezelfde spanning aansluiten.
☐ C Je kunt ze samen met dezelfde schakelaar aan- en uitzetten.
☐ D Je kunt ze op verschillende spanningen laten werken.

5

Twee weerstanden R_1 en R_2 worden parallel geschakeld.
Met welke formule kun je:

a de stroomsterkte door R_1 berekenen?

....

b de stroomsterkte door R_2 berekenen?

....

c de totale stroomsterkte berekenen?

....

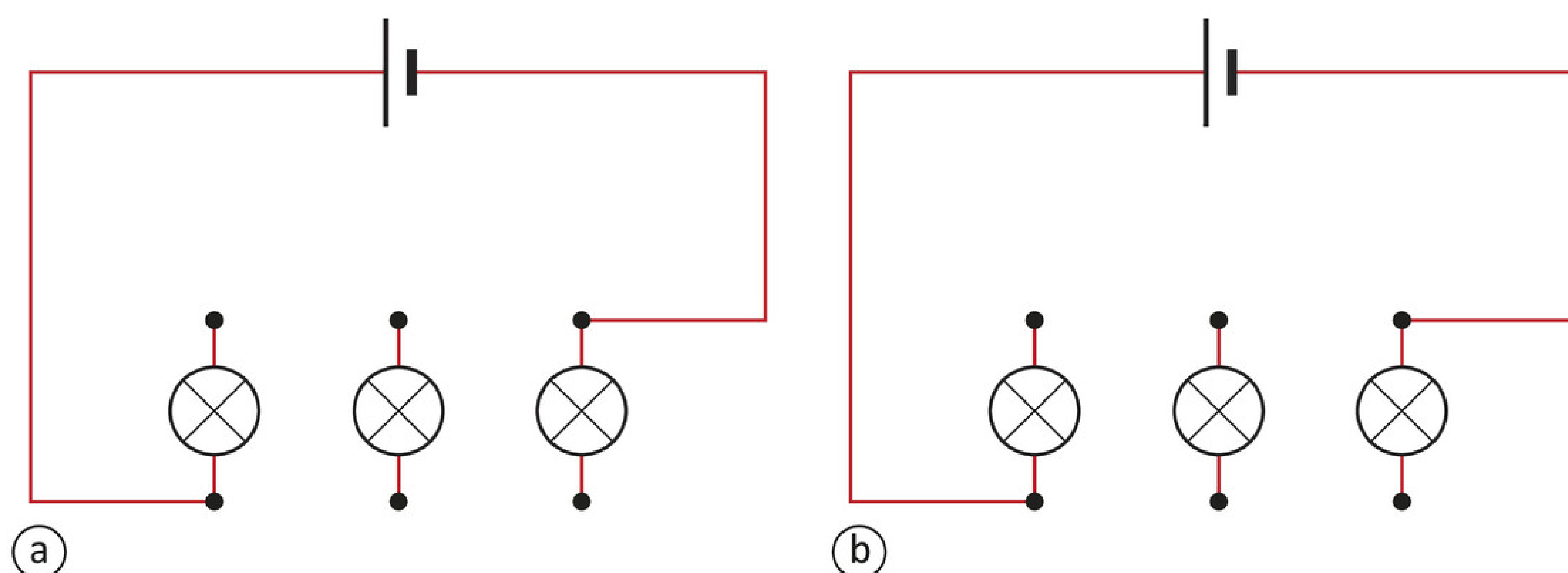
TOEPASSING

6  In afbeelding 5a en 5b zie je een schakelschema met drie gelijke lampjes, een spanningsbron en een aantal verbindingsdraden.

a Teken in afbeelding 5a de ontbrekende draden, zodat er een serieschakeling ontstaat van de drie lampjes.

b Teken in afbeelding 5b de ontbrekende draden, zodat er een parallelschakeling ontstaat van de drie lampjes.

afbeelding 5 Drie lampjes in serie (a), drie lampjes parallel (b).



7 Lars maakt de schakeling die in afbeelding 6 is getekend. Als hij de bronspanning instelt op 12 V, geeft de stroommeter een stroomsterkte van 1,5 A aan.

a Bereken de spanning over R_1.

....

....

....

....

....

b Bereken de spanning over R_2.

....

....

....

....

....

....

....

c Bereken de weerstandswaarde van R_2.

....

....

....

....

....

d Bereken de vervangingsweerstand van R_1 en R_2.

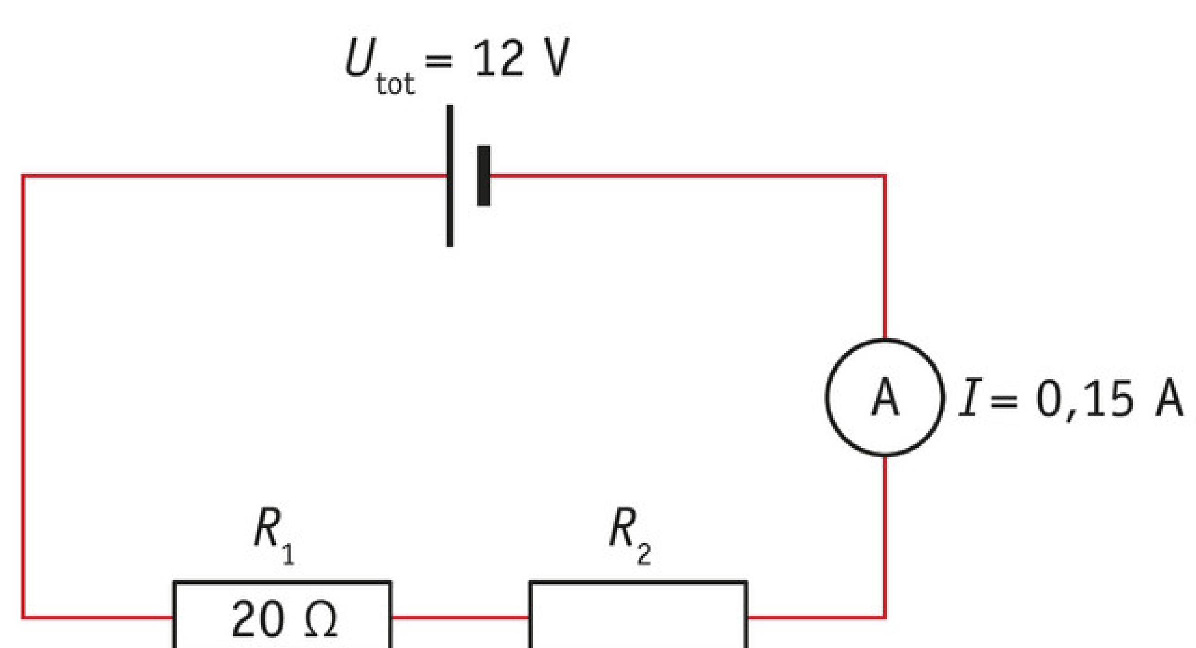
....

....

....

....

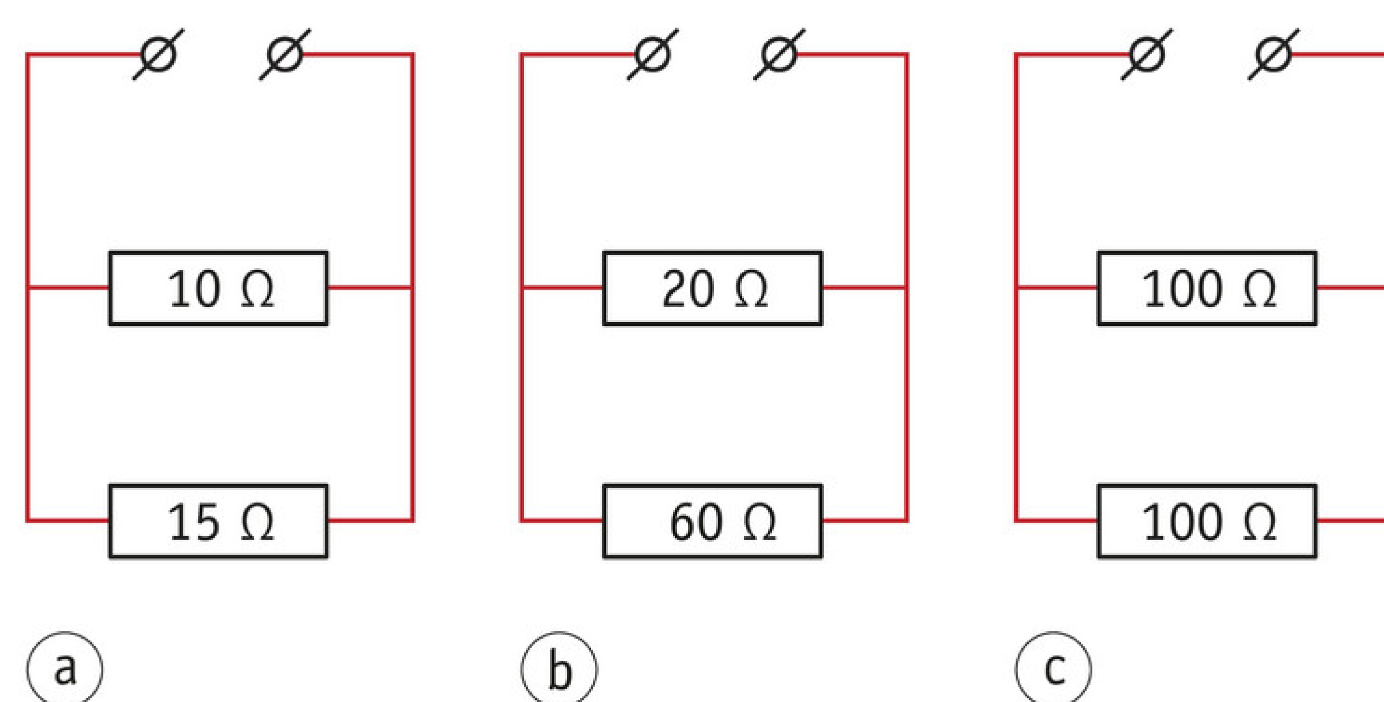
....



afbeelding 6 De schakeling van Lars.

8 Bereken de vervangingsweerstand van de parallelschakeling:

a in afbeelding 7a;



afbeelding 7 Drie parallelschakelingen.

....

....

....

....

....

....

b in afbeelding 7b;

....

....

....

....

....

....

c in afbeelding 7c.

....

....

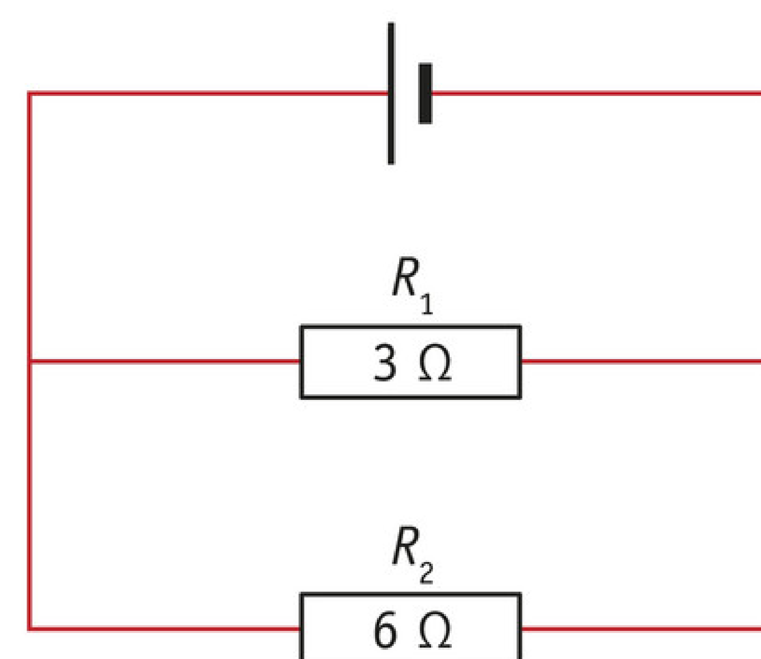
....

....

....

....

9 Yvonne maakt de parallelschakeling die in afbeelding 8 is getekend. Ze stelt de bronspanning in op 12 V.



afbeelding 8 De schakeling van Yvonne.

a Bereken de stroomsterkte door R_1.

....

....

....

....

b Bereken de stroomsterkte door R_2.

....

....

....

....

c Bereken de totale stroomsterkte door de schakeling.

....

....

....

....

d Bereken de vervangingsweerstand van de twee weerstanden.

....

....

....

....

....

....

e Controleer je antwoorden op opdracht c met de formule: $I_{tot} = \frac{U}{R_v}$
Vul de gegevens uit opdracht a en d in de formule in.

....

....

....

....

....

10 In afbeelding 9 zijn twee weerstanden geschakeld.

a De twee weerstanden zijn *in serie* / *parallel* geschakeld.

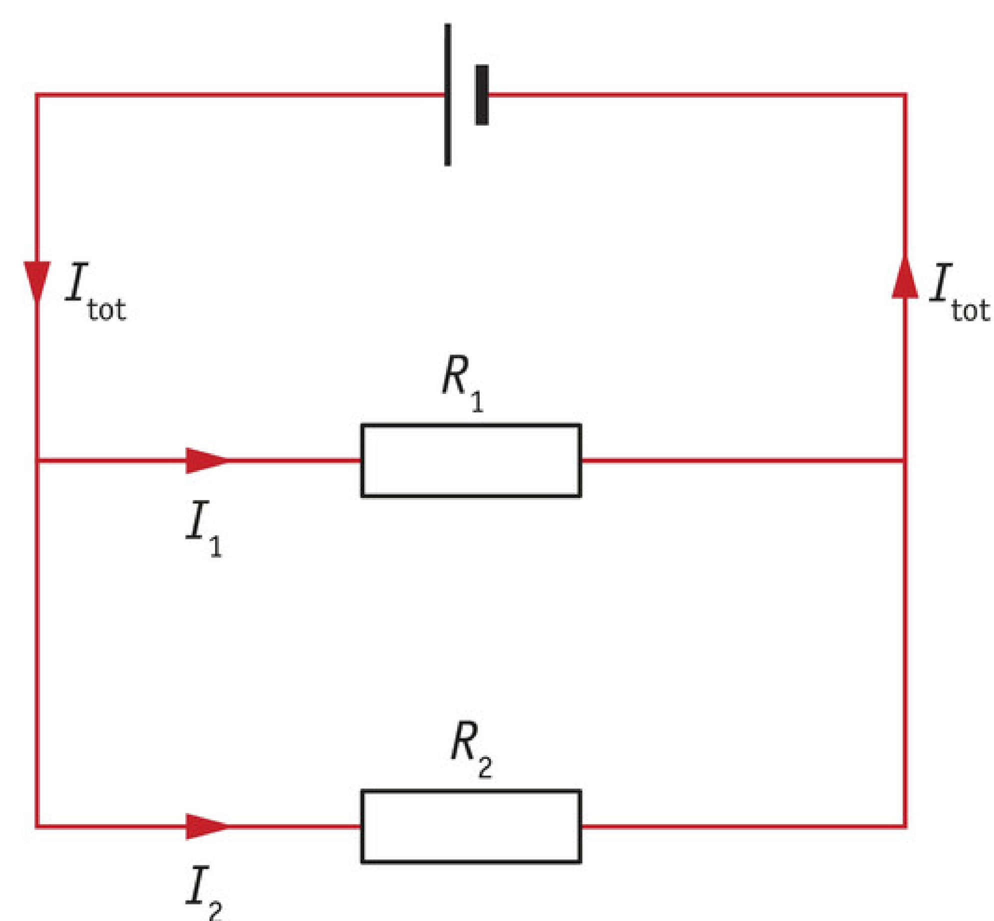
b De weerstanden worden aangesloten op een spanningsbron van 6 V. R_1 heeft een weerstand van 100 Ω. Bereken de stroomsterkte I_1 door R_1.

....

....

....

....



afbeelding 9 Twee weerstanden geschakeld.

c R_2 heeft een weerstand van 150 Ω.
Bereken de stroomsterkte I_2 door R_2.

....

....

....

....

d Bereken de totale stroomsterkte I_{tot} door de schakeling.

....

....

....

....

11 In een kookplaat van een elektrisch fornuis bevinden zich twee verwarmingselementen, R_1 en R_2. Verwarmingselement R_1 heeft een weerstand van 65 Ω, verwarmingselement R_2 heeft een weerstand van 35 Ω. De kookplaat is aangesloten op 230 V. De kookplaat heeft twee standen. Bij stand 1 zijn R_1 en R_2 in serie geschakeld. Bij stand 2 zijn R_1 en R_2 parallel geschakeld.

a Bereken de vervangingsweerstand als R_1 en R_2 in serie zijn geschakeld.

....

....

....

....

....

b Bereken de totale stroomsterkte door de schakeling, als de weerstanden in serie zijn geschakeld.

....

....

....

....

....

c Als R_1 en R_2 parallel zijn geschakeld, is de vervangingsweerstand 22,75 Ω.
Bereken de totale stroomsterkte in deze situatie.

....

....

....

....

....

★ 12

In afbeelding 10 zie je vier schakelingen. De weerstand van de lampjes zijn aan elkaar gelijk. De spanningsbron is steeds een batterij van 6 V.

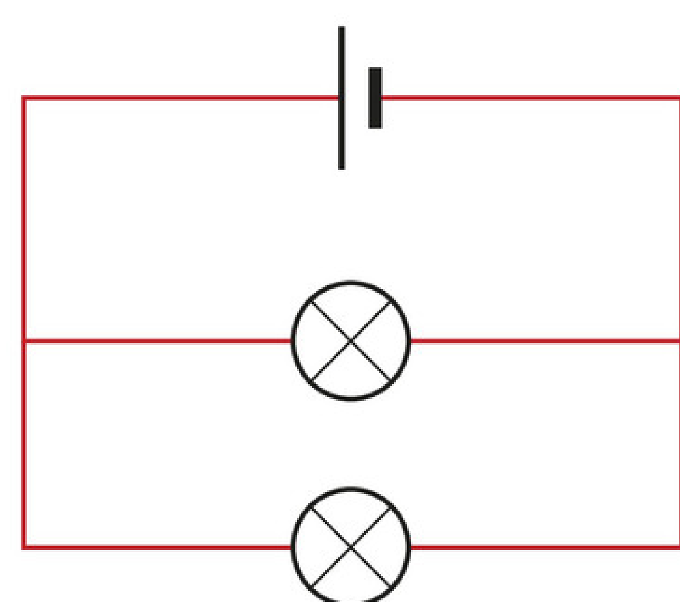
a In welke schakeling is de vervangingsweerstand het kleinst?
in schakeling *a / b / c / d*

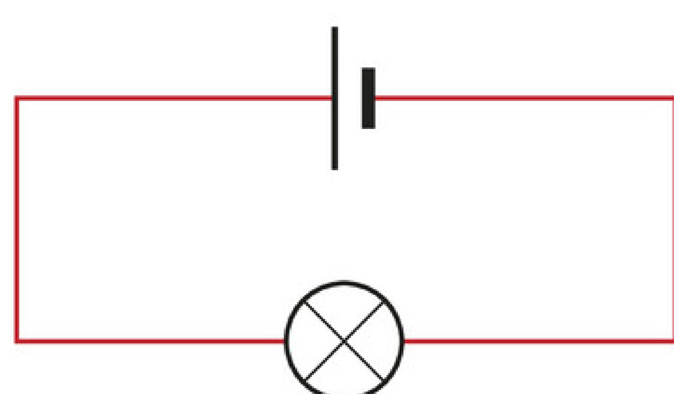
b In welke schakeling is de totale stroomsterkte het grootst?
in schakeling *a / b / c / d*

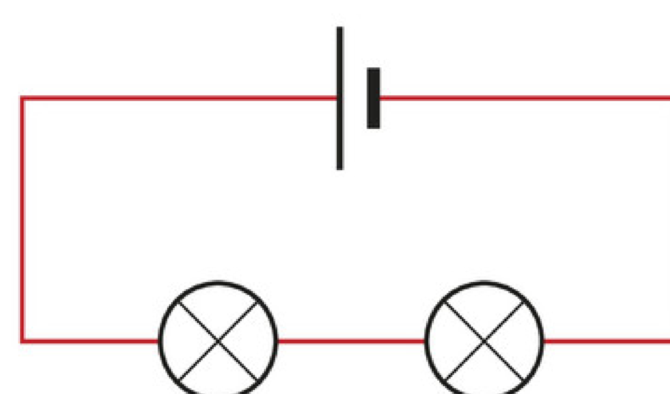
c In welke schakeling is de vervangingsweerstand het grootst?
in schakeling *a / b / c / d*

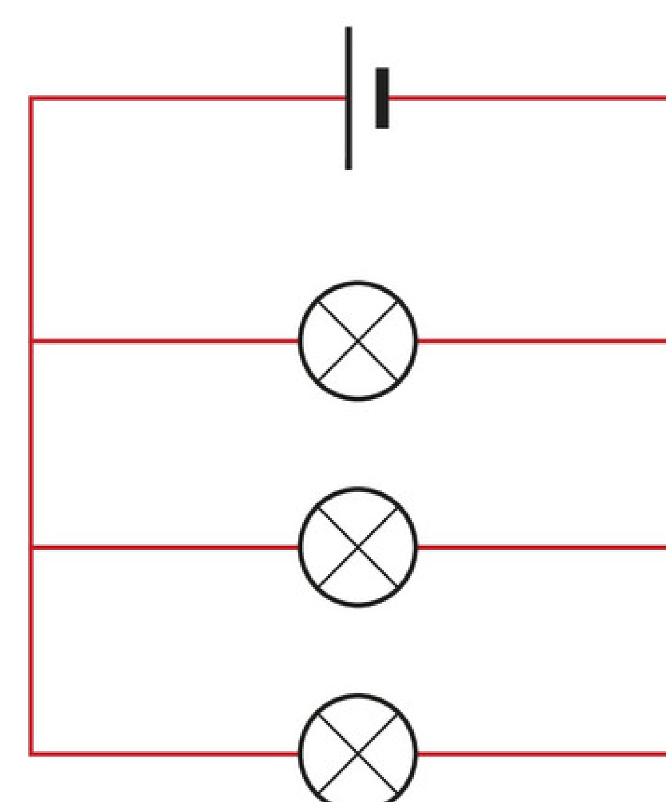
d In welke schakeling is de totale stroomsterkte het kleinst?
in schakeling *a / b / c / d*

afbeelding 10 Vier schakelingen.









13

Amir heeft een schakeling gebouwd met een aantal weerstanden. Je ziet een deel van zijn schakeling in afbeelding 11.

- R_1 = 220 Ω
- R_2 = 280 Ω
- R_3 = 210 Ω

a Bereken de vervangingsweerstand van R_1 en R_2.

....

....

....

....

....

....

....

....

b R_3 wordt ingeschakeld en aangesloten op 230 V.
Bereken de stroomsterkte door deze weerstand.

....

....

....

....

....

c Bereken het vermogen van weerstand R_3.

....

....

....

....

....

d Door weerstand R_3 loopt 2,5 h stroom.
Bereken hoeveel elektrische energie de weerstand in die tijd verbruikt (in kWh).

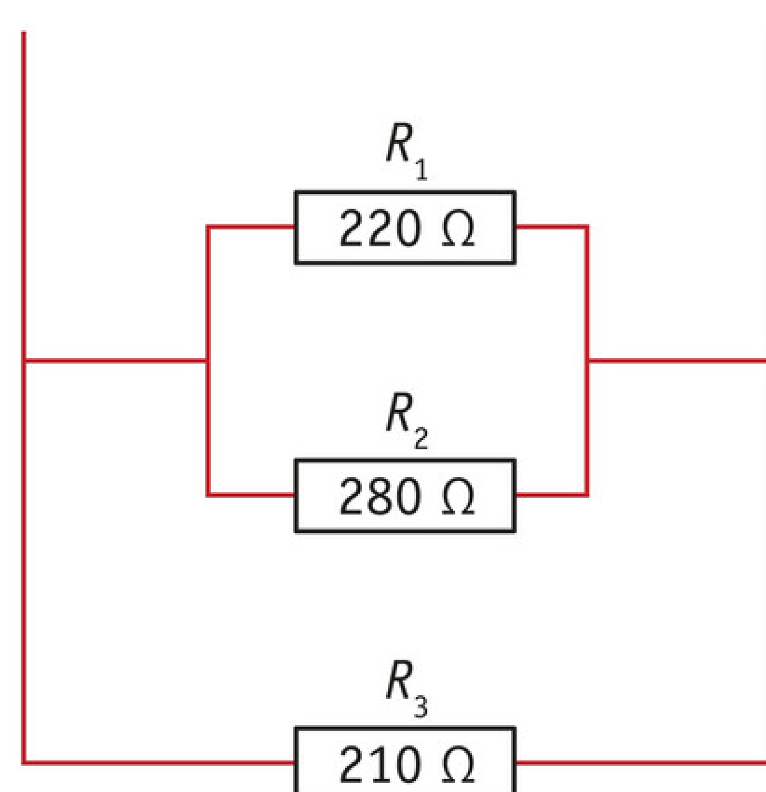
....

....

....

....

....



afbeelding 11 Een deel van de schakeling van Amir.


Test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Elektriciteit en veiligheid

LEERDOELEN

12.4.1 Je kunt beschrijven hoe de elektrische installatie van een woonhuis in elkaar zit.
12.4.2 Je kunt uitleggen hoe geleiders en isolatoren in een huisinstallatie worden toegepast.
12.4.3 Je kunt beschrijven welke gevaren het gebruik van elektriciteit met zich meebrengt.
12.4.4 Je kunt uitleggen wat er precies aan de hand is bij kortsluiting en bij overbelasting.
12.4.5 Je kunt de functie beschrijven van zekeringen, aardlekschakelaars en aardleidingen.
12.4.6 Je kunt uitleggen hoe dubbele isolatie en transformatoren zorgen voor meer veiligheid.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN								
	12.4.1	12.4.2	12.4.3	12.4.4	12.4.5	12.4.6	12.1.1*	12.3.3*	12.3.4*	12.3.6*
Onthouden	1abc	2ab, 3	5a	1de	4ab, 5bc, 8b	11a				
Begrijpen		6c		10b, 13a	7d, 9b	5d, 11b	10a			
Toepassen		6ab	12b	12a	7c			13b		7ab, 8a, 9a
Analyseren					8c				13c	

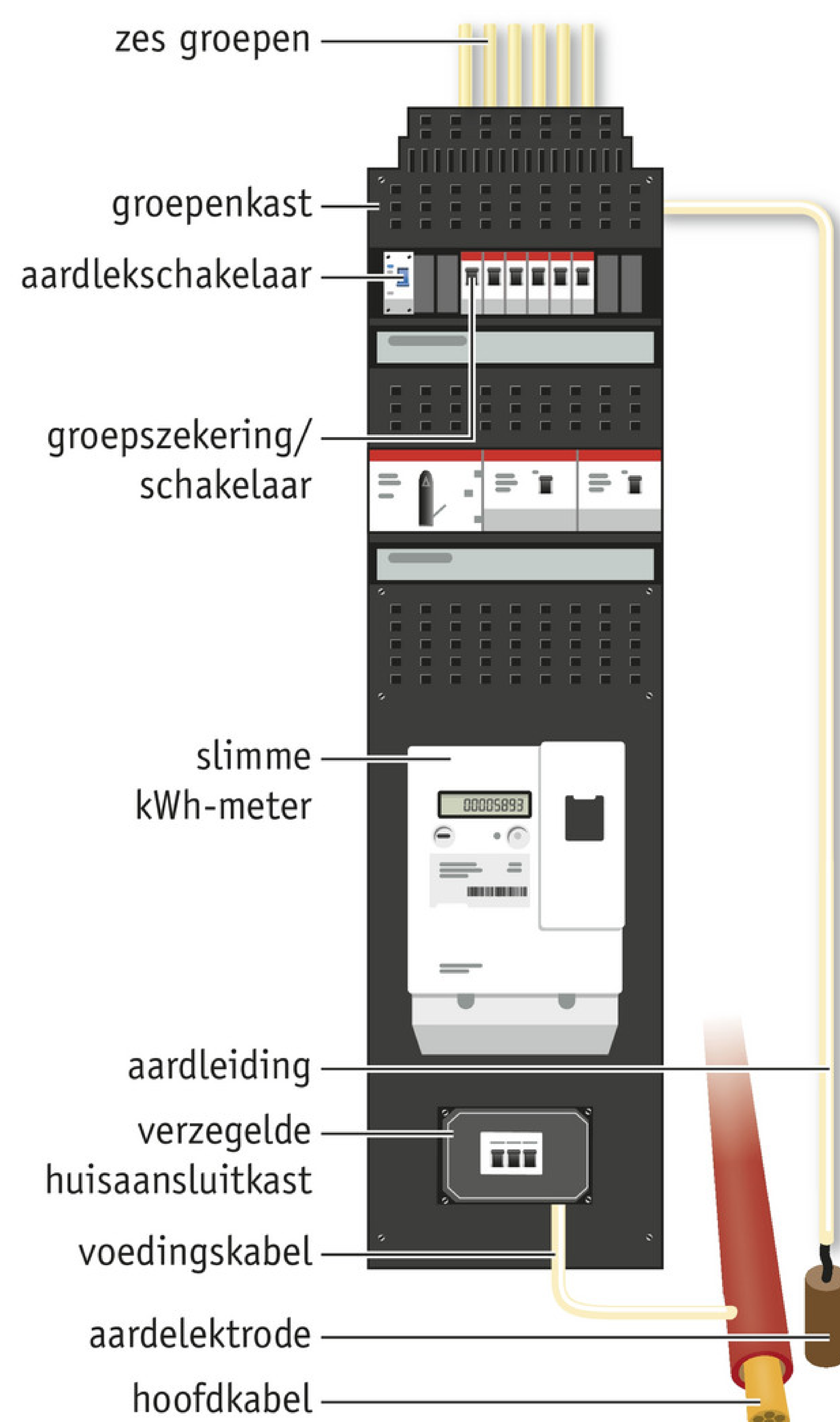
* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Bert stapt van koken op gas over op elektrisch koken. Hij moet daarvoor wel de huisinstallatie laten uitbreiden. Waarom kan hij de kookplaat en de oven niet op de bestaande groepen aansluiten?

DE METERKAST

Elk woonhuis is door een voedingskabel met het elektriciteitsnet verbonden. De voedingskabel komt het huis binnen door de vloer van de meterkast. In de meterkast zie je (afbeelding 1, van onder naar boven):

- De huisaansluitkast. In dit kastje zit de hoofdzekering van de huisinstallatie.
- De **energiemeter**, ook wel **kWh-meter** (kilowattuurmeter) genoemd. Deze meter houdt bij hoeveel elektrische energie er in het huis wordt verbruikt.
- Eén of meer aardlekschakelaars.
- De groepenkast. In de groepenkast splitst de elektrische leiding zich in verschillende parallelle groepen, elk met een eigen zekering en groepsschakelaar.



afbeelding 1 Dit vind je allemaal in de meterkast.

DE LEIDINGEN

Vanaf de groepenkast lopen er leidingen naar de verschillende lichtpunten en stopcontacten in huis. Hiervoor wordt installatiedraad gebruikt met een kern van massief koper, met daaromheen een isolatielaag van pvc. Vaak worden installatiedraden door buizen getrokken die ook van pvc zijn gemaakt (afbeelding 2).



afbeelding 2 Een installateur is bezig de huisinstallatie uit te breiden.

Koper wordt gebruikt voor installatiedraad omdat koper een goede **geleider** van elektriciteit is. De stroom loopt er gemakkelijk doorheen. Daardoor wordt koper bij normaal gebruik nauwelijks warm. Alleen als de stroomsterkte veel te groot wordt, kan de temperatuur te hoog oplopen.

Pvc is zoals alle kunststoffen (plastics) een goede **isolator**. Het laat geen elektrische stroom door. Bovendien is het goedkoop, sterk en gaat het lang mee, naar schatting meer dan honderd jaar. Andere veelgebruikte isolatoren zijn rubber, glas en lucht.

GEVAREN VAN ELEKTRICITEIT

Het gebruik van elektrische energie brengt twee gevaren met zich mee. Als draden te veel stroom moeten verwerken, kunnen ze zo heet worden dat er brand ontstaat. Als mensen of dieren een onderdeel aanraken waar netspanning op staat, krijgen ze een **schok**.
Om veilig gebruik te kunnen maken van elektrische energie, moet je dus voorkomen:

- dat de stroomsterkte door apparaten en leidingen te groot wordt;
- dat je in contact komt met onderdelen waar netspanning op staat.

Alle leidingen en elektrische apparaten in huis zijn daarom geïsoleerd. Op of om de geleidende delen is een laag aangebracht van een goede isolator zoals kunststof. Deze isolatie voorkomt dat je delen kunt aanraken waar netspanning op staat.

Als de isolatie van een apparaat kapotgaat, kan er in het apparaat **kortsluiting** ontstaan (afbeelding 3). De stroom volgt dan een route met heel weinig weerstand, zodat de stroomsterkte veel te groot wordt. De stroomsterkte kan ook te groot worden door **overbelasting**. Er staan dan te veel apparaten tegelijk aan.

afbeelding 3 Door kortsluiting is brand ontstaan.

BRAND DOOR KORTSLUITING

Door brand in een huis aan de Elzenlaan moest in de nacht van dinsdag op woensdag een bewoner naar het ziekenhuis.



De brand ontstond door kortsluiting in een spotje in het plafond. Daardoor ontstond veel rook en ook kwam er koolmonoxide vrij. Een bewoner kreeg klachten door de hoge hoeveelheid koolmonoxide en is naar het ziekenhuis gebracht. Politie en brandweer waren snel ter plaatse. De brandweermannen moesten het plafond slopen om de brand te kunnen blussen. De woning liep flinke schade op.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Op de verpakking van een verlengsnoer staat: belastbaar tot 2200 W.
Bereken hoe groot de stroomsterkte door het verlengsnoer op zijn hoogst mag worden.

gegevens P = 2200 W
U = 230 V

gevraagd I = ?

uitwerking $I = \frac{P}{I} = \frac{2200}{230} = 9{,}6$ A

VEILIGHEIDSMAATREGELEN

De huisinstallatie is op verschillende manier beveiligd: met zekeringen, met aardlekschakelaars en met aardleidingen.

ZEKERINGEN

De **groepszekeringen** in de meterkast schakelen de stroom uit, als die boven een bepaalde waarde komt. Meestal worden zekeringen van 16 A gebruikt. Zo'n zekering laat de stroom ongehinderd door tot maximaal 16 A. Als de stroomsterkte daarboven komt, onderbreekt de zekering de stroomkring meteen.

AARDLEKSCHAKELAAR

Een **aardlekschakelaar** controleert of er ergens in huis stroom 'weglekt', bijvoorbeeld doordat de isolatie van een apparaat kapot is gegaan. In dat geval bestaat er een verschil tussen de stroom die het huis binnenkomt en de stroom die het huis verlaat. Als het verschil groter is dan 30 mA, schakelt de aardlekschakelaar binnen 0,2 s de stroom uit.

RANDAARDE

Sommige apparaten hebben een metalen buitenkant die onder spanning kan komen te staan. Daarom wordt de metalen buitenkant van zo'n apparaat geaard met een groengele **aardedraad** (afbeelding 4). De aardedraad loopt van de metalen buitenkant via het snoer naar de rand van het stopcontact; vandaar de naam **randaarde**.

Van de rand van het stopcontact loopt de aardedraad verder naar de aardrail in de meterkast. De aardrail is verbonden met een metalen pin die diep in de bodem is geslagen. Als de metalen buitenkant van een apparaat onder spanning komt te staan, loopt er via de aardedraad een grote stroom weg naar de aarde. Dat zorgt ervoor dat de aardlekschakelaar de stroom meteen uitschakelt.



afbeelding 4 Een geaard stopcontact heeft drie draden. De groengele draad is de aardedraad.

Apparaten die je in en rond het huis gebruikt kun je veiliger maken door gebruik te maken van laagspanning. Je kunt ook apparaten gebruiken die zijn beveiligd met dubbele isolatie.

GEBRUIK VAN LAAGSPANNING

Je kunt transformatoren gebruiken om mensen af te schermen van de netspanning van 230 V. Een goed voorbeeld is de manier waarop een elektrische tandenborstel wordt opgeladen. De primaire spoel zit in de goed geïsoleerde oplader, de secundaire spoel in de tandenborstel zelf. Wat je ook doet met de tandenborstel, je kunt onmogelijk in aanraking komen met 230 V.

DUBBELE ISOLATIE

Veel apparaten zijn **dubbel geïsoleerd**. Ze hebben twee aparte lagen isolatie. De eerste laag isolatie vind je rond alle onderdelen waar stroom doorheen loopt. De tweede laag isolatie zit daar nog eens omheen. Meestal is die tweede laag de kunststof buitenkant van het apparaat. Dubbel geïsoleerde apparaten zijn te herkennen aan een symbool dat op het apparaat staat (afbeelding 5).



afbeelding 5 Het symbool voor dubbele isolatie vind je op veel apparaten, zoals deze föhn.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Een kilowattuurmeter (kWh-meter) houdt bij hoeveel .... er in huis wordt verbruikt.

b In de .... zit de hoofdzekering van de installatie.

c In de .... splitst de leiding zich in verschillende parallelle groepen.

d Als de .... van een apparaat kapotgaat, kan er in het apparaat .... ontstaan; de stroomsterkte wordt dan veel te groot.

e De stroomsterkte kan ook te groot worden door ....; er zijn dan te veel .... die tegelijk aanstaan.

2 In een elektrische installatie gebruik je geleiders en isolatoren.

a Een isolator is een stof die de elektrische stroom *wel* / *niet* doorlaat.

b Een geleider is een stof die de elektrische stroom *wel* / *niet* doorlaat.

3 Rondom een installatiedraad is pvc aangebracht. Het pvc is een *isolator* / *geleider*.
Het koper in de installatiedraad is een *isolator* / *geleider.*

4 In een elektrische installatie wordt een groepszekering gebruikt.

a Wat is de functie van een groepszekering?

- ○ A de stroomkring onderbreken als de stroom te groot wordt
- ○ B de stroomkring sluiten als de stroom te groot wordt
- ○ C de stroomkring onderbreken als de stroom te klein wordt
- ○ D de stroomkring sluiten als de stroom te klein wordt

b Tot welke stroomsterkte laten de meest gebruikte groepszekeringen stroom door?

....

5 Het gebruik van elektrische energie brengt twee gevaren met zich mee.

a Welke twee gevaren zijn dat?

....

....

....

....

b In welk geval schakelt een groepszekering de stroom uit?

....

....

....

c In welk geval schakelt een aardlekschakelaar de stroom uit?

....

....

....

d Apparaten met een metalen buitenkant, zoals een wasmachine, worden geaard.
Welk gevaar wordt zo voorkomen?

....

....

....

....

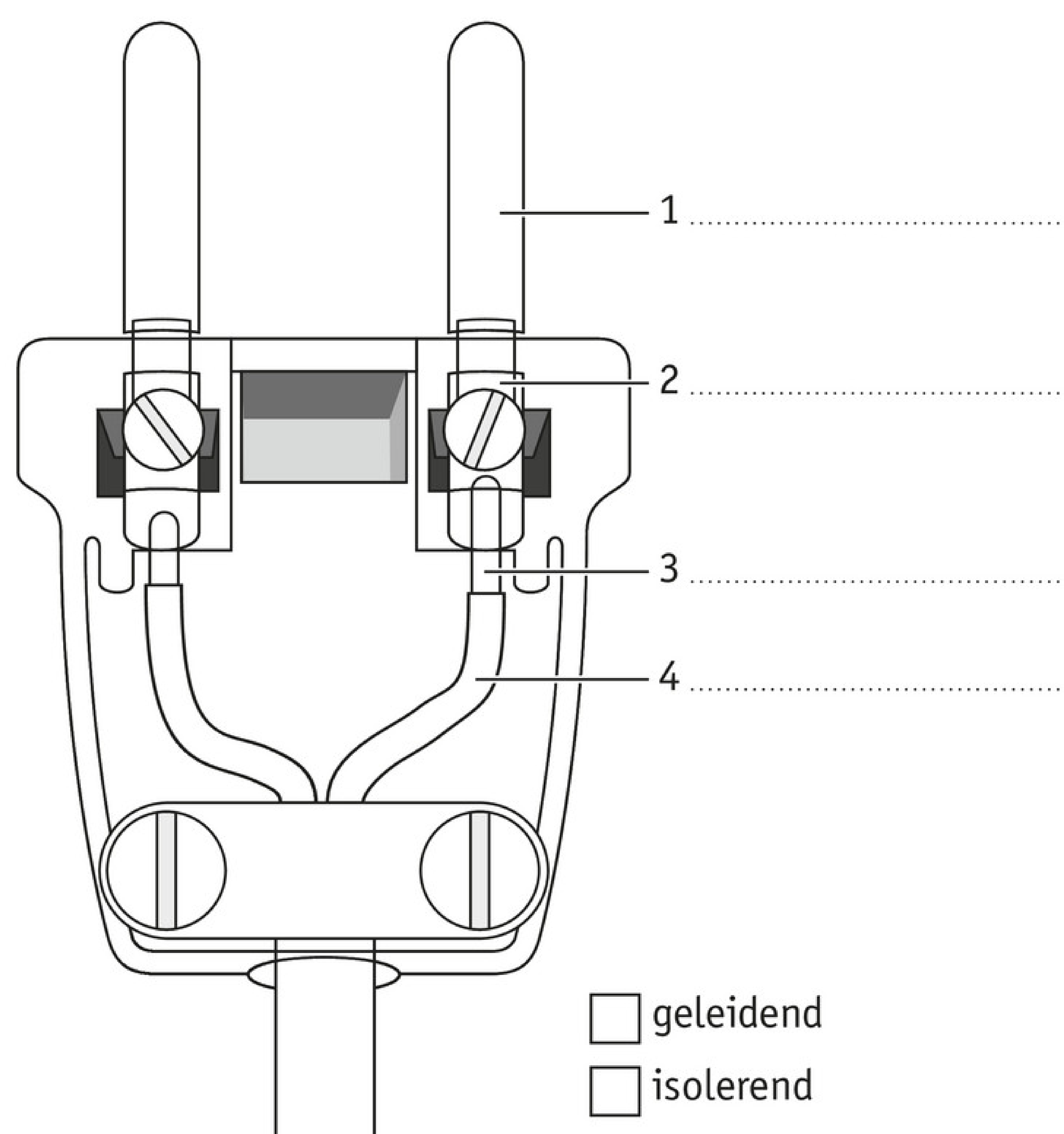
TOEPASSING

6  Elma heeft een stekker opengeschroefd (afbeelding 6).

a Kleur de geleidende delen van de stekker rood.

b Kleur de isolerende delen van de stekker blauw.

c Bij vier onderdelen is een nummer gezet.
Noteer bij elk nummer van welke stof dit onderdeel is gemaakt.



afbeelding 6 De binnenkant van een stekker.

★ 7  Zie de vaardigheid *Werken met machten van 10.*
Op één groep van een huisinstallatie (230 V) zijn de volgende twee apparaten aangesloten:

- een wasmachine van $2{,}3 \cdot 10^3$ W;
- een koffiemachine van $1{,}5 \cdot 10^3$ W.

a Bereken de totale stroomsterkte door de wasmachine.

....

....

....

....

b Bereken de totale stroomsterkte door de koffiemachine.

....

....

....

....

c Bereken de totale stroomsterkte door de groep.

....

....

....

....

d De groep wordt beveiligd door een zekering van 16 A.
Leg uit of de zekering de stroom zal onderbreken als beide apparaten tegelijk aanstaan.

....

....

....

8 Een koplamp van een auto heeft een vermogen van 60 W. Hij werkt op een spanning van 12 V.

a Bereken de stroomsterkte door de koplamp.

....

....

....

....

....

b De stroomkring met de koplamp wordt beveiligd door een zekering van 10 A.
Leg uit wat wordt bedoeld met ‘een zekering van 10 A’.

....

....

....

c De stroomsterkte waarbij de zekering de stroom onderbreekt, is groter dan de normale stroomsterkte door de lamp.
Leg uit waarom dat nodig is.

....

....

....

....

9 De achterruitverwarming van Tycho's auto heeft een vermogen van 150 W. De verwarming is aangesloten op de spanning van 12 V van de accu van de auto.

a Bereken de totale stroomsterkte door de achterruitverwarming.

....

....

....

....

....

b Een poosje later moet Tycho de zekering van de achterruitverwarming vervangen, omdat die is doorgebrand. Tycho kan kiezen tussen de vier zekeringen van afbeelding 7.
Leg uit welke zekering hij moet kiezen.

....

....

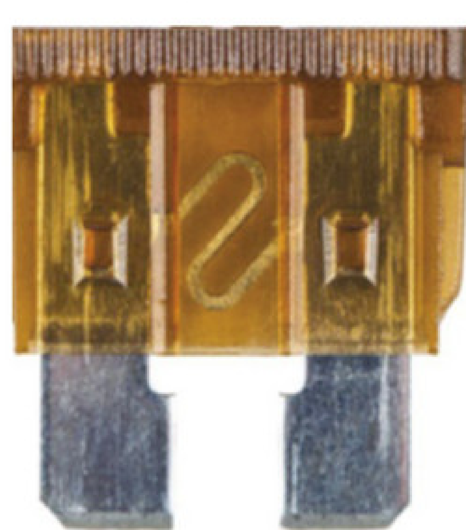
....

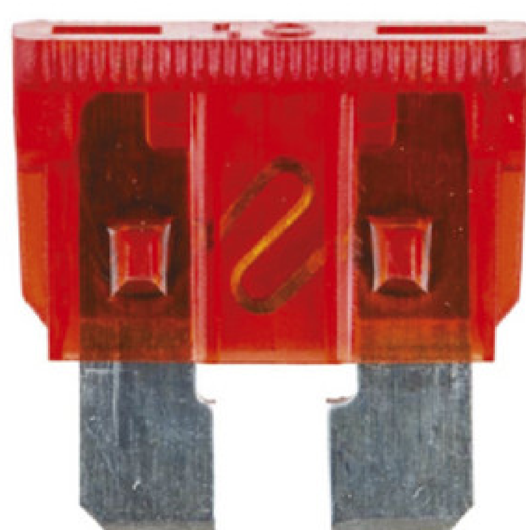
....

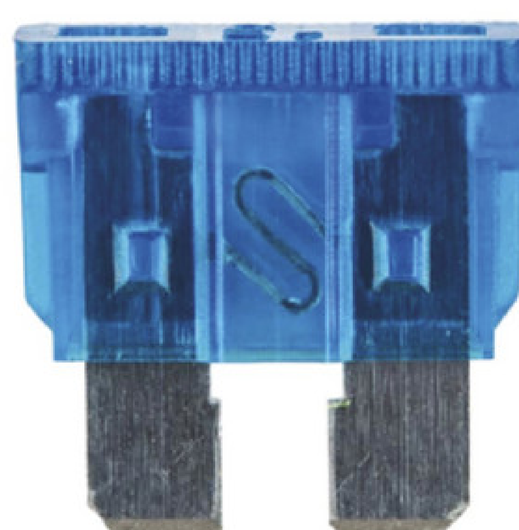
....

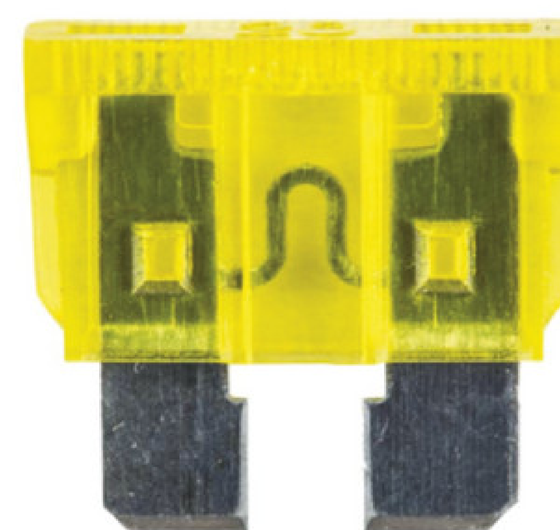
....

afbeelding 7 Vier autozekeringen.


7,5 A


10 A


15 A


20 A

10 Een motorrijder is midden in de nacht onderweg naar huis. Zijn motor valt uit omdat een zekering doorbrandt. Hij heeft geen reservezekeringen bij zich. Wel een stukje koperdraad. Hij besluit de zekering te vervangen door de koperdraad. Als de motorrijder zijn motor start, doet hij het weer.

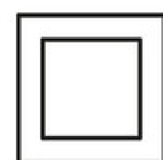
a Leg uit hoe het kan dat de motor het weer doet als de zekering wordt vervangen door de draad.

b Wat kan er gebeuren nu de draad op de plek van de zekering zit?
Er kan *overbelasting* / *kortsluiting* ontstaan.

11  Zie de vaardigheid *Werken met Binas*.
Het symbool in afbeelding 9 vind je op allerlei elektrische apparaten.

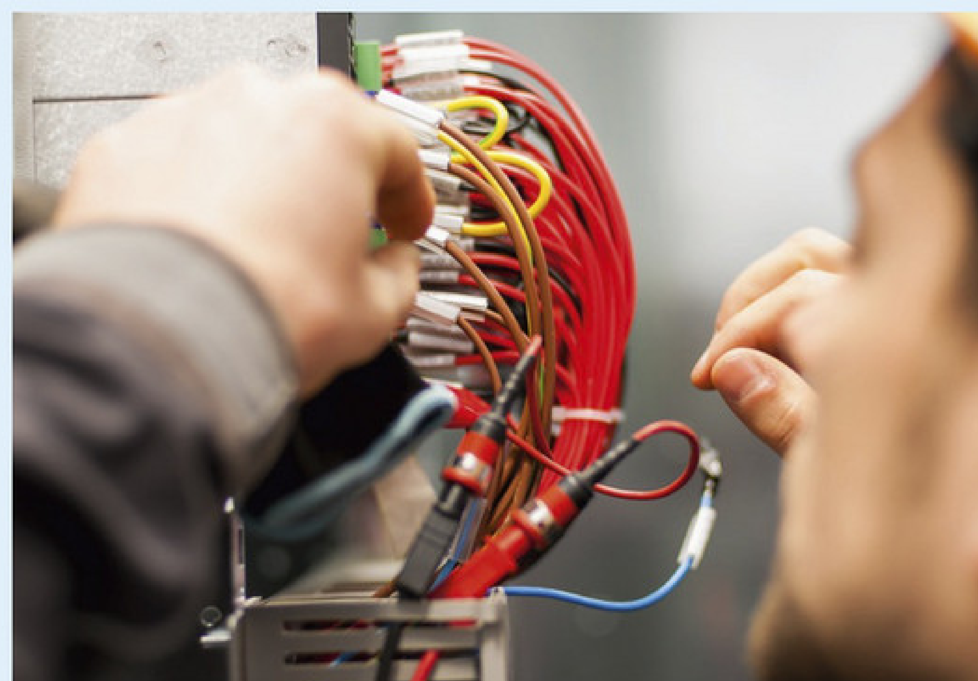
a Wat betekent dit symbool?

b Leg uit waarom apparaten met dit symbool niet zijn geaard.



afbeelding 9 Wat betekent dit symbool?

Werken als elektromonteur — beroep



Amar (26) werkt als elektromonteur. Hij legt elektrische installaties aan bij bedrijven en doet ook het onderhoud aan deze installaties. Zo heeft hij laatst een storing in een theater verholpen. “Het is heel precies werken,” vertelt hij. “Je moet volgens veiligheidsregels kunnen werken, anders gaan installaties kapot of gaan dingen mis. Je moet dus nauwkeurig kunnen werken.” Amar deed de opleiding Eerste monteur elektronische systemen op het mbo, een opleiding van drie jaar op niveau 3. Amar: “Na mijn opleiding kon ik snel aan de slag bij een installatiebedrijf. Want er is een enorm tekort aan specialistische vakmensen in de elektrotechniek.”

12 Lees de tekst ‘Werken als elektromonteur’.
Amar werkt aan de lichtinstallatie in een theater. Het snoer van een lamp is geïsoleerd. Om elke draad zit draadisolatie. Daaromheen zit nog een laag buitenisolatie (afbeelding 10).

a Wat kan er misgaan als de draadisolatie van de beide draden kapotgaat, terwijl de buitenisolatie nog heel is?

....

....

....

b Wat kan er misgaan als daarnaast ook de buitenisolatie kapotgaat?

....

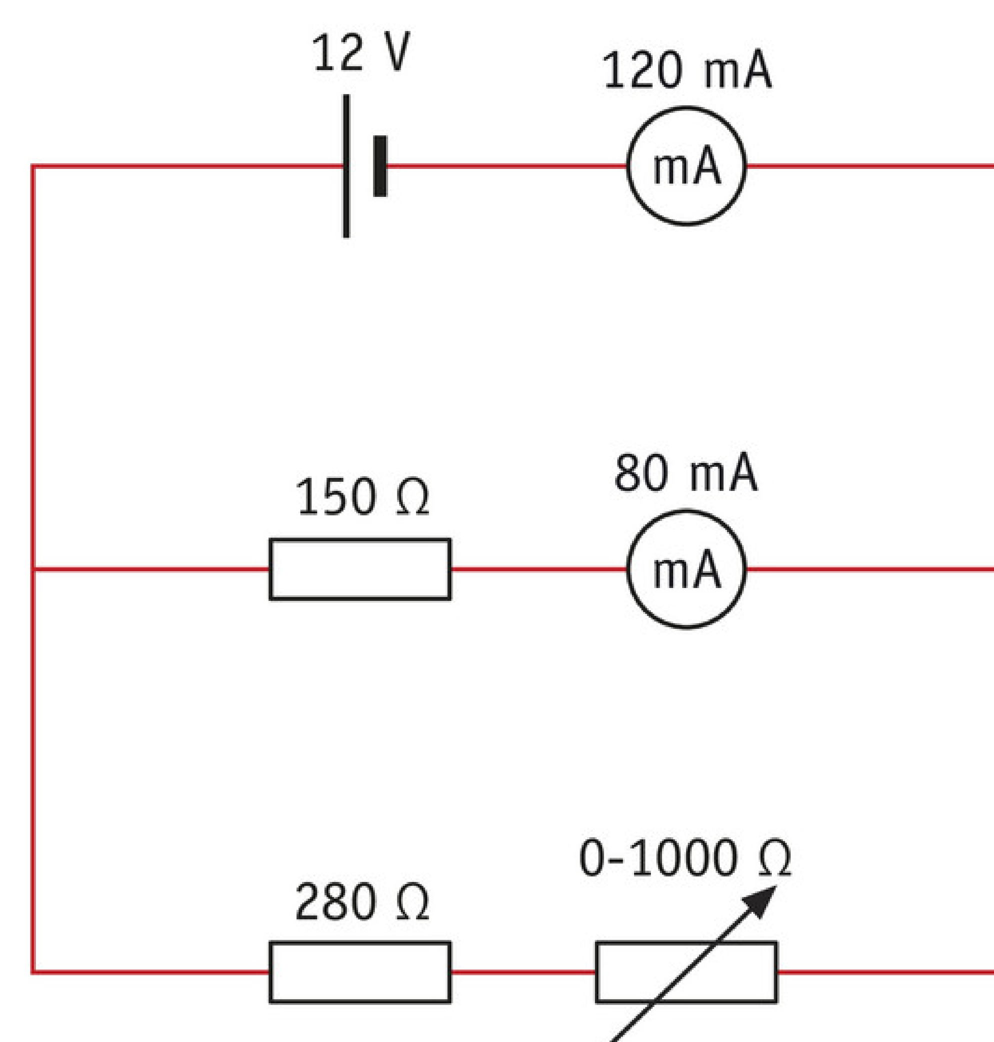
....



afbeelding 10 De isolatie van een snoer.

★ 13

Dunya en Daisy onderzoeken tijdens een practicum een parallelschakeling. Het schema van deze schakeling staat in afbeelding 11. Ze gaan na of een verandering van de weerstand in de ene stroomkring gevolgen heeft voor de stroomsterkte in de andere stroomkring. In serie met de regelbare weerstand hebben Dunya en Daisy een vaste weerstand van 280 Ω opgenomen.



afbeelding 11 Schakelschema van de proefopstelling van Dunya en Daisy.

a Leg uit waarom ze de vaste weerstand niet weg mogen laten.

....

....

....

....

b Bereken op welke waarde Dunya en Daisy de regelbare weerstand hebben ingesteld.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

c Dunya en Daisy stellen de regelbare weerstand in op een kleinere waarde.
Leg uit wat er met de stroomsterkte door de weerstand van 150 Ω gebeurt als ze de regelbare weerstand kleiner maken.

....

....

....

Test je kennis met de *Test jezelf*.

Practica

PROEF 1 VERMOGEN, SPANNING EN STROOMSTERKTE

40 minuten

Inleiding

De hoeveelheid elektrische energie die een apparaat per seconde opneemt, noem je het elektrisch vermogen. Als twee dezelfde apparaten tegelijk aanstaan, verbruiken ze twee keer zo veel als een enkel apparaat. Het totale vermogen is dan twee keer zo groot. Zet je drie dezelfde apparaten aan, dan is het totale vermogen drie keer zo groot. Enzovoort.

Doel

Bij deze proef onderzoek je het verband tussen het vermogen, de spanning en de stroomsterkte. De onderzoeksvraag luidt:

Wat voor soort verband bestaat er:

- *tussen het vermogen en de spanning;*
- *tussen het vermogen en de stroomsterkte?*

Nodig

- ☐ voedingskastje
- ☐ 3 lampjes in een fitting
- ☐ spanningsmeter
- ☐ stroommeter
- ☐ snoeren

Uitvoeren en uitwerken

Vooraf

Draai de spanning steeds op 0 V, voordat je iets verandert aan de schakeling.

Eerste serie metingen: Spanning en vermogen

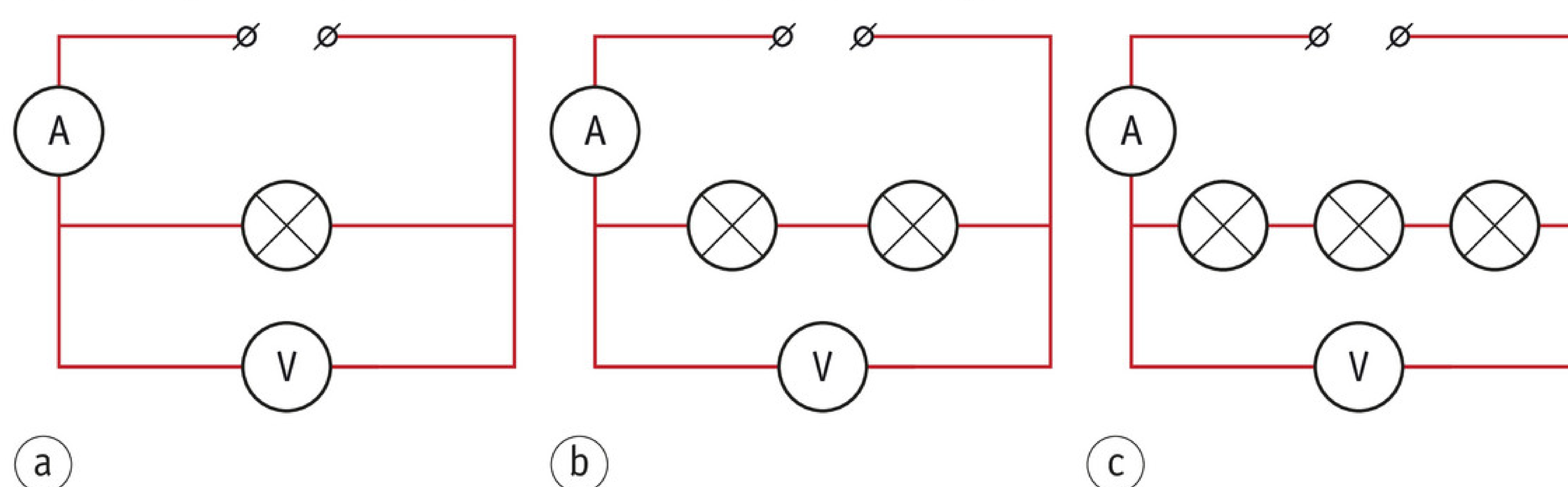
Bij deze serie metingen houd je de stroomsterkte constant en verander je alleen de spanning. Zo kun je nagaan wat het verband is tussen de spanning en het vermogen.

Meting 1

Zie de vaardigheid *Schakelingen bouwen*.

- Maak de schakeling van afbeelding 1a.

afbeelding 1 De schema's voor de eerste serie metingen.



- Stel de spanning in op 6,0 V.
- Lees de stroomsterkte af.

1 Noteer de stroomsterkte in tabel 1.

tabel 1 Spanning en vermogen.

meting	spanning (V)	stroomsterkte (A)	totale vermogen (W)
1	6,0		
2			
3			

Meting 2
- Maak de schakeling van afbeelding 1b.
- Draai de spanning omhoog, totdat de stroommeter precies dezelfde waarde aangeeft als bij meting 1. De lampjes branden dan op de normale sterkte.
- Lees de spanning af.

2 Noteer de spanning en de stroomsterkte in tabel 1.

Meting 3
- Maak de schakeling van afbeelding 1c.
- Draai de spanning omhoog, totdat de stroommeter precies dezelfde waarde aangeeft als bij meting 1. De lampjes branden dan op de normale sterkte.
- Lees de spanning af.

3 Noteer de spanning en de stroomsterkte in tabel 1.

4 Op elk lampje staat het vermogen vermeld.
Noteer in tabel 1 het totale vermogen bij de drie metingen.


5 Zie de vaardigheid *Verbanden meten*.
Welke conclusie kun je uit de eerste serie metingen trekken?

....

....

....

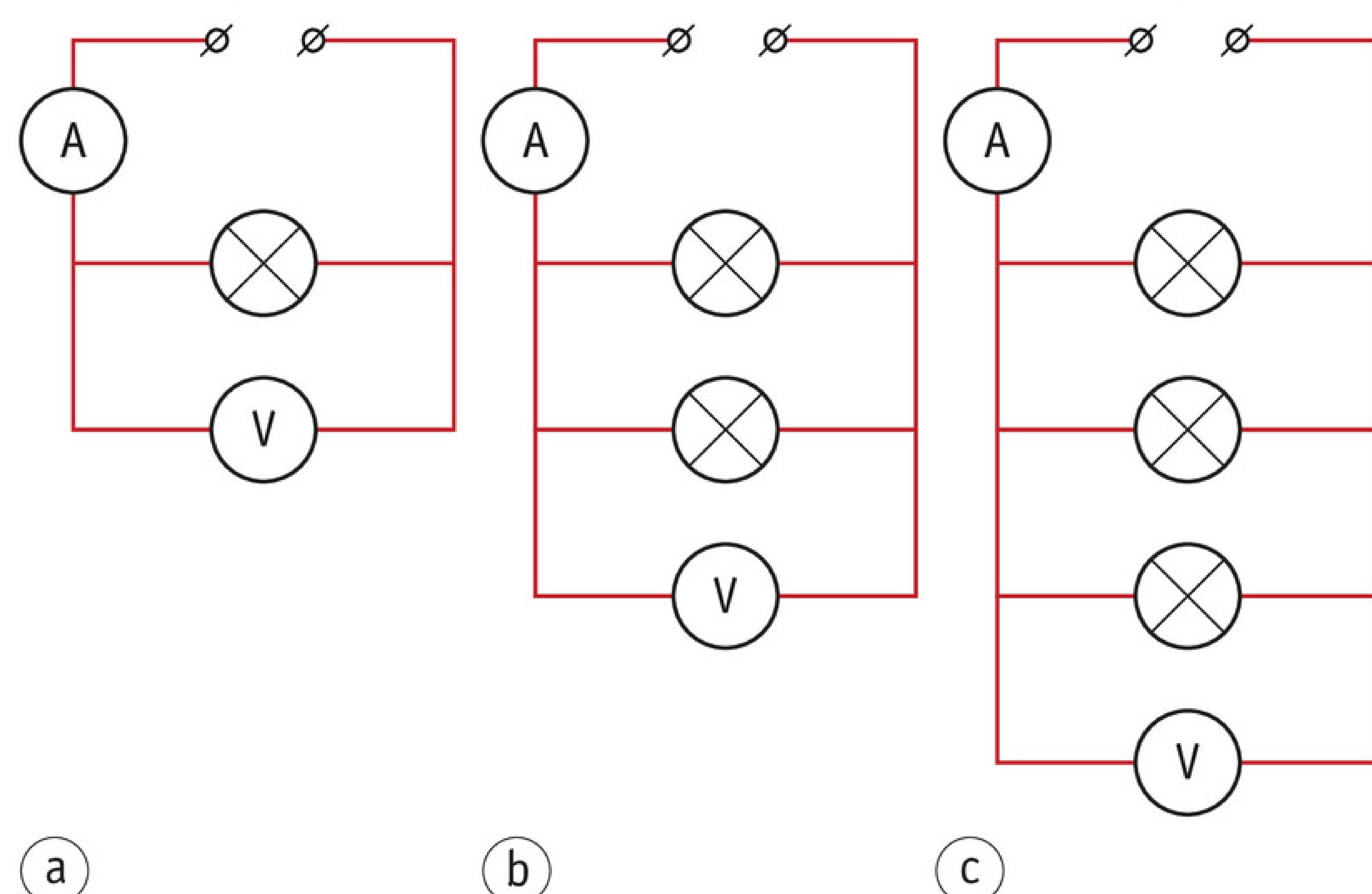
....

Tweede serie metingen: Stroomsterkte en vermogen
Bij deze serie metingen houd je de spanning constant en verander je alleen de stroomsterkte. Zo kun je nagaan wat het verband is tussen de stroomsterkte en het vermogen.

Meting 1

- Maak de schakeling van afbeelding 2a.

afbeelding 2 De schema's voor de tweede serie metingen.



- Stel de spanning in op 6,0 V.
- Lees de stroomsterkte af.

6 Noteer de stroomsterkte in tabel 2.

tabel 2 Stroomsterkte en vermogen.

meting	spanning (V)	stroomsterkte (A)	totale vermogen (W)
1	6,0		
2			
3			

Meting 2

- Maak de schakeling van afbeelding 2b.
- Stel de spanning opnieuw in op 6,0 V. De lampjes branden dan op de normale sterkte.
- Lees de stroomsterkte af.

7 Noteer de spanning en de stroomsterkte in tabel 2.

Meting 3

- Maak de schakeling van afbeelding 2c.
- Stel de spanning opnieuw in op 6,0 V. De lampjes branden dan op de normale sterkte.
- Lees de stroomsterkte af.

8 Noteer de spanning en de stroomsterkte in tabel 2.

9 Op elk lampje staat het vermogen vermeld.
Noteer in tabel 2 het totale vermogen bij de drie metingen.



10 Zie de vaardigheid *Verbanden meten*.
Welke conclusie kun je uit de tweede serie metingen trekken?

....

....

....

....

11 Welke formule past bij de twee series metingen die je hebt gedaan?
- ○ A $I = P \cdot U$
- ○ B $P = U \cdot I$
- ○ C $U = P \cdot I$

Licht je antwoord toe.

....

....

....

....

PROEF 2 DE TRANSFORMATOR



35 minuten

Inleiding

Het gebeurt vaak dat de spanning van een spanningsbron te hoog of juist te laag is.
In zo'n geval gebruik je een transformator. Met een transformator kun je de spanning omhoog of omlaag transformeren, terwijl er bijna geen elektrische energie verloren gaat.

Doel

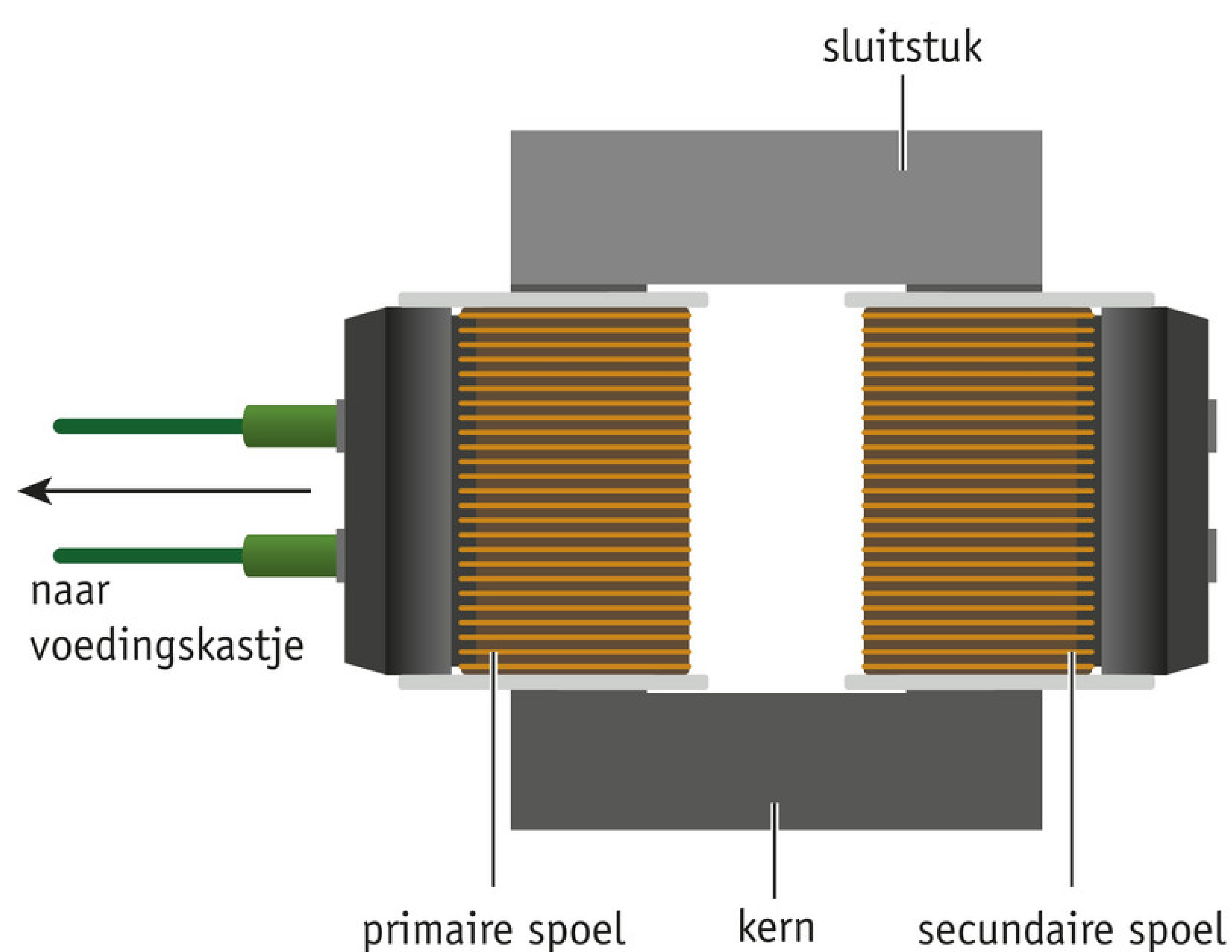
Je maakt kennis met een aantal belangrijke eigenschappen van een transformator.

Nodig

- ☐ weekijzeren juk
- ☐ weekijzeren sluitstuk
- ☐ spoel met 300 windingen
- ☐ spoel met 600 windingen
- ☐ spanningsmeter of multimeter
- ☐ staaf van koper of aluminium
- ☐ snoeren
- ☐ voedingskastje

Uitvoeren en uitwerken

- Bouw de eenvoudige transformator die in afbeelding 3 is getekend.



afbeelding 3 De schakeling van proef 2.

- Voer de vier onderzoeken uit die hierna zijn beschreven.
- Stel bij alle onderzoeken het voedingskastje in op 6 V (~ of =).

Onderzoek 1

- Onderzoek of het mogelijk is:
  - om gelijkspanning te transformeren;
  - om wisselspanning te transformeren.

1 Mijn conclusie is:

....

....

....

....

Onderzoek 2

- Onderzoek hoe je een spanning van 6 V omhoog kunt transformeren.
  Welke spoel moet je dan als primaire spoel nemen en welke als secundaire?
  Hoe groot wordt de (secundaire) spanning?

2 Mijn conclusie is:

....

....

....

....

Onderzoek 3

- Onderzoek hoe je een spanning van 6 V omlaag kunt transformeren.
  Welke spoel moet je dan als primaire spoel nemen en welke als secundaire?
  Hoe klein wordt de (secundaire) spanning?

3 Mijn conclusie is:

....

....

....

....

Onderzoek 4

- Onderzoek wat er gebeurt als je het sluitstuk weghaalt.
  Verandert de (secundaire) spanning dan, en zo ja, hoe?
  Wat gebeurt er als je het sluitstuk vervangt door een koperen of aluminium staaf?

4 Mijn conclusie is:

....

....

....

....

- Je leraar zal je vertellen van welk onderzoek je een verslag moet maken.

PROEF 3 DE VERVANGINGSWEERSTAND VAN EEN SERIESCHAKELING



Inleiding

Weerstanden schakel je vaak in serie. Volgens de theorie kun je de waarde van de weerstanden dan bij elkaar optellen. Bij deze proef controleer je of die bewering klopt.

Doel

In deze proef maak je een serieschakeling van twee weerstanden. De onderzoeksvraag luidt:
Hoe groot is de vervangingsweerstand R_v van twee in serie geschakelde weerstanden?

Nodig

- ☐ voedingskastje
- ☐ spanningsmeter
- ☐ stroommeter
- ☐ 2 weerstanden
- ☐ snoeren

Uitvoeren en uitwerken

- Bekijk de twee weerstanden. Bepaal zo nodig hun weerstandswaarde.

1 Noteer de waarde van elke weerstand.

....

....

- Maak een serieschakeling met de twee weerstanden.

2 Bereken de vervangingsweerstand met de formule:
$R_v = R_1 + R_2$

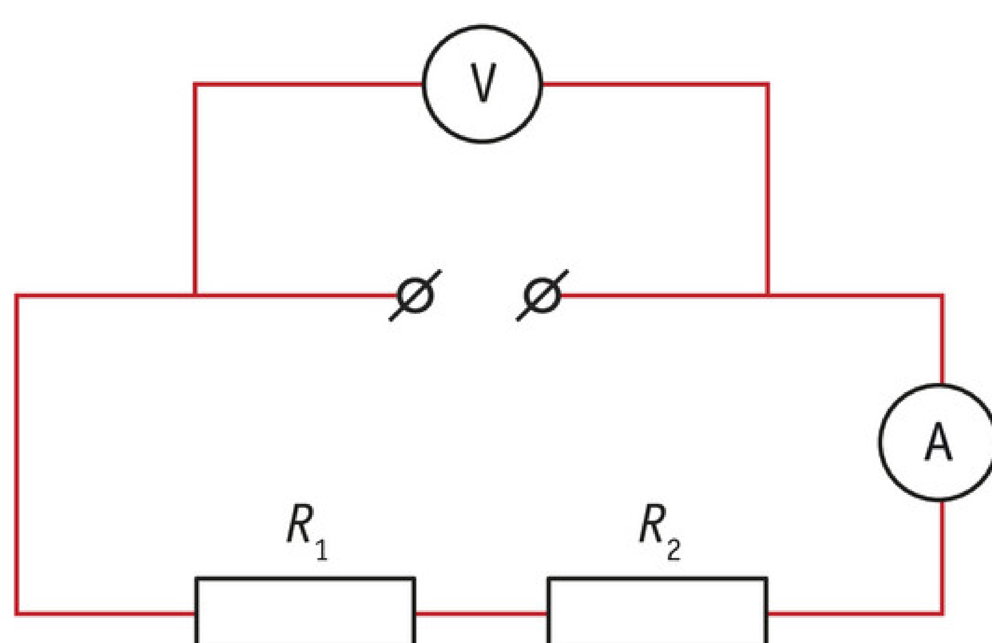
....

....

....

....

- Bouw de schakeling van afbeelding 4.



afbeelding 4 Het schakelschema van proef 3.

- Stel het voedingskastje in op 6,0 V gelijkspanning.
- Meet de totale spanning en de stroomsterkte.

3 Noteer de totale spanning en de stroomsterkte.

....

....

4 Bereken de vervangingsweerstand met de formule:

$$R_v = \frac{U_{tot}}{I}$$

....

....

....

....

5 Vergelijk de uitkomsten van opdracht 2 en 4.
Wat is je conclusie?

....

....

....

....

PROEF 4 DE VERVANGINGSWEERSTAND VAN EEN PARALLELSCHAKELING

20 minuten

Inleiding

Bij proef 3 heb je de vervangingsweerstand bepaald van twee weerstanden die in serie zijn geschakeld. Bij deze proef ga je met dezelfde weerstanden aan het werk, maar nu schakel je ze parallel.

Doel

Je bepaalt opnieuw de vervangingsweerstand. De onderzoeksvraag luidt:
Hoe groot is de vervangingsweerstand R_v *van twee parallel geschakelde weerstanden?*

Nodig

- ☐ voedingskastje
- ☐ spanningsmeter
- ☐ stroommeter
- ☐ 2 weerstanden
- ☐ snoeren

Uitvoeren en uitwerken

- Bekijk de twee weerstanden. Bepaal zo nodig hun weerstandswaarde.

1 Noteer de waarde van elke weerstand.

....

....

- Maak een parallelschakeling met de twee weerstanden.

2 Bereken de vervangingsweerstand met de formule:

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

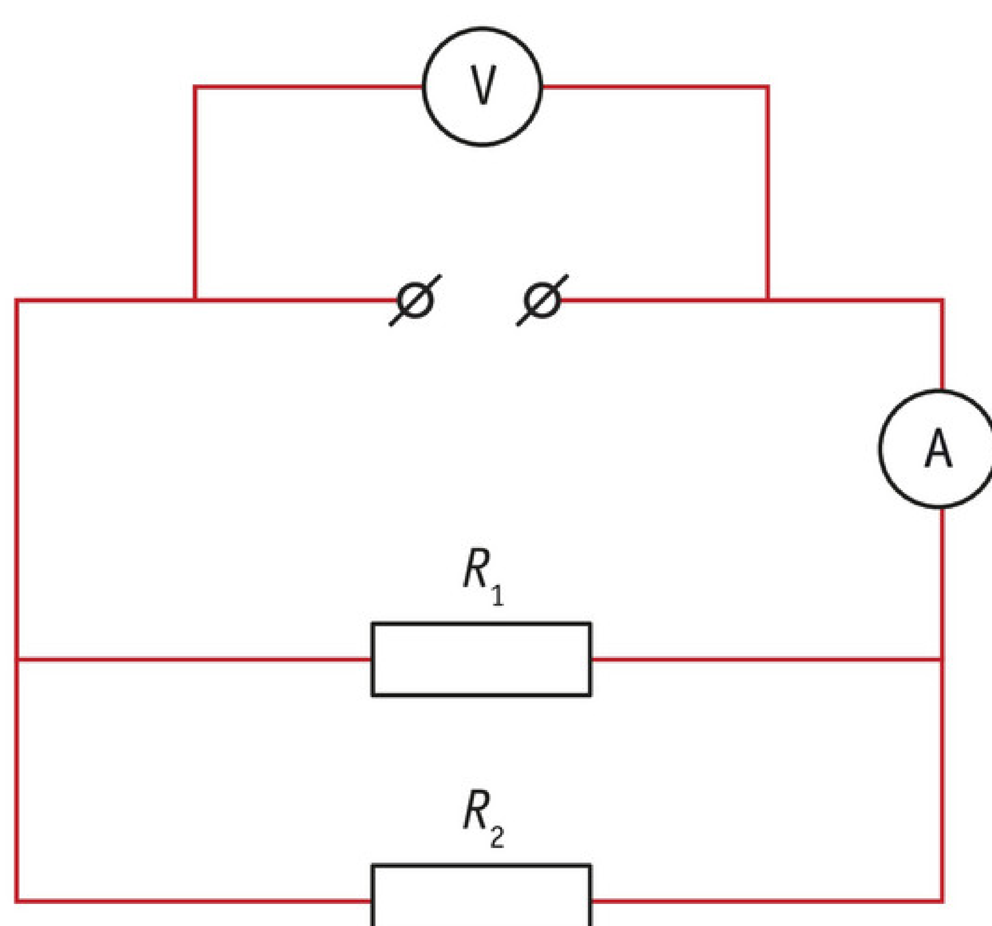
....

....

....

....

- Bouw het schakelschema van afbeelding 5. Stel het voedingskastje in op 6,0 V gelijkspanning.
- Meet de spanning en de totale stroomsterkte.



afbeelding 5 Het schakelschema van proef 4.

3 Noteer de spanning en de totale stroomsterkte.

....

....

4 Bereken de vervangingsweerstand met de formule:

$$R_v = \frac{U}{I_{tot}}$$

....

....

....

....

5 Vergelijk de uitkomsten van opdracht 2 en 4.
Wat is je conclusie?

....

....

....

....

6 Volgens de theorie is de vervangingsweerstand bij een parallelschakeling kleiner dan R_1 en ook kleiner dan R_2.
Hoe zit dat bij deze parallelschakeling?

....

....

....

....

PROEF 5 ONDERZOEK: WISSELSPANNING ZICHTBAAR MAKEN

45 minuten

Inleiding

Als je een lamp op wisselspanning laat werken, verandert de stroomsterkte door de lamp voortdurend. Daardoor geeft de lamp niet steeds evenveel licht. Met het blote oog is dat niet te zien. Een computer kan dat wel zichtbaar maken.

Doel

Met behulp van een meetprogramma op de computer en een lichtsensor maak je de veranderingen zichtbaar. De onderzoeksvraag luidt:
Hoe verandert de hoeveelheid licht als je een lamp op wisselspanning laat branden?

Uitvoeren en uitwerken


Zie de vaardigheid *Een onderzoek doen*.

- Maak een werkplan en voer het onderzoek uit.


1 Zie de vaardigheid *Een onderzoeksverslag maken*.
Presenteer de uitkomsten in je onderzoeksverslag.

Leerstofoverzicht

12.1 STROOM EN SPANNING

ONTHOUD

- Je zet een apparaat aan door een gesloten stroomkring door het apparaat te maken. Er is dan een geleidende verbinding van de spanningsbron naar het apparaat en weer terug.
- De stroom loopt altijd van de pluspool van de spanningsbron via het apparaat naar de minpool van de spanningsbron.
- Een diode is een schakelonderdeel dat de stroom maar in één richting doorlaat. Als je een diode andersom aansluit, laat ze geen stroom door.
- Een led is een diode die licht geeft. Om een diode licht te laten geven, sluit je de langste poot aan op de plus en de kortste poot op de min. Als je de diode andersom aansluit, doet ze het niet.
- Je kunt de capaciteit van een accu of batterij berekenen met de formule: $C = I \cdot t$
  In deze formule is t de gebruikstijd van de accu of batterij (de tijd, voordat je de accu of batterij weer op moet laden).
- Het elektrisch vermogen is de hoeveelheid elektrische energie die een apparaat per seconde opneemt. Je kunt het elektrisch vermogen berekenen met de formule:
  $P = U \cdot I$

BEGRIPPEN

capaciteit
Eigenschap van een spanningsbron, waarmee je de gebruikstijd kunt berekenen als de stroomsterkte bekend is.

diode
Schakelonderdeel dat de stroom maar in één richting doorlaat (en de stroom in de andere richting tegenhoudt).

elektrisch vermogen
Hoeveelheid elektrische energie die
1 een spanningsbron per seconde levert;
2 een elektrisch apparaat per seconde opneemt.

gelijkspanning
Spanning met een constante, onveranderlijke waarde.

gesloten stroomkring
Stroomkring die helemaal uit geleidende delen bestaat, zodat de stroom erdoor kan rondlopen.

led
Diode die licht uitzendt en vaak als controlelampje wordt gebruikt.

minpool
Aansluitpunt van een spanningsbron, waar de stroom naartoe loopt.

pluspool
Aansluitpunt van een spanningsbron, waar de stroom vandaan komt.

12.2 SPANNING TRANSFORMEREN

ONTHOUD

- De extreem hoge spanning waarbij elektrische energie wordt vervoerd (tot maximaal 400 000 V) noem je hoogspanning. De spanning op de stopcontacten bij je thuis (230 V) noem je netspanning. De veel lagere spanning die een adapter levert, noem je een veilige spanning.
- De netspanning is een wisselspanning met een frequentie van 50 Hz. Ze golft elke seconde vijftig keer op en neer. De effectieve waarde van de netspanning is 230 V. Dat wil zeggen dat de netspanning meestal hetzelfde effect heeft als een gelijkspanning van 230 V.
- Veel apparaten werken op een veilige wissel- of gelijkspanning van bijvoorbeeld 6, 9 of 12 V. Ze hebben een adapter die de netspanning omzet naar de spanning die ze nodig hebben.
- Een transformator heeft twee spoelen. De primaire spoel neemt elektrische energie op. De secundaire spoel geeft elektrische energie af. De spoelen zijn aan elkaar gekoppeld door een (steeds veranderend) magneetveld, dat de energie doorgeeft van de ene spoel aan de andere.
- Een transformator wordt zo genoemd omdat hij de spanning transformeert (omzet). Het aantal windingen primair (n_p) en secundair (n_s) bepaalt of de spanning omhoog- of juist omlaaggaat.
  Als $n_s > n_p$, is $U_s > U_p$.
  Als $n_s < n_p$, is $U_s < U_p$.
- Voor de grootte van de spanningen en het aantal windingen geldt de formule:
  $$\frac{n_p}{n_s} = \frac{U_p}{U_s}$$
- Transformatoren hebben een hoog rendement. Voor een ideale transformator (η = 100%) geldt dat het opgenomen vermogen gelijk is aan het afgegeven vermogen:
  $P_p = P_s$

BEGRIPPEN

adapter
Apparaat dat de netspanning omzet in een lagere spanning. Vaak bevat een adapter ook een gelijkrichter.

gelijkrichter
Schakeling die een wisselspanning omzet naar gelijkspanning.

ideale transformator
Transformator met een rendement van 100%.

netspanning
Wisselspanning van het lichtnet, met een effectieve waarde van 230 V (in Nederland).

primaire spanning
Spanning waar je de primaire spoel op aansluit.

primaire spoel
Spoel die elektrische energie opneemt, bijvoorbeeld van het lichtnet.

secundaire spanning
Spanning die de secundaire spoel afgeeft.

secundaire spoel
Spoel die elektrische energie afgeeft, bijvoorbeeld aan een apparaat.

transformator
Apparaat dat spanning transformeert.

transformeren
Wisselspanning omzetten in een hogere of lagere spanning.

12.3 SERIE- EN PARALLELSCHAKELING

ONTHOUD

- Een serieschakeling is in haar geheel één stroomkring. De stroom loopt achtereenvolgens door elk onderdeel van de schakeling. Een parallelschakeling heeft verschillende stroomkringen, één voor elk onderdeel.
- Elektrische apparaten worden parallel aan elkaar geschakeld omdat:
  1 ze dan allemaal op dezelfde spanning werken;
  2 je ze dan apart aan en uit kunt zetten.
- In een serieschakeling verdeelt de spanning zich over de verschillende schakelonderdelen. In een parallelschakeling verdeelt de stroomsterkte zich over de verschillende schakelonderdelen.
- Dit zijn de regels voor de spanning, stroom en weerstand in serie- en parallelschakelingen:

serieschakeling	parallelschakeling
$U_1 = I \cdot R_1$ $U_2 = I \cdot R_2$ $U_{tot} = U_1 + U_2 + ...$	$U = I_{tot} \cdot R_v$
$I = \frac{U_{tot}}{R_v}$	$I_1 = \frac{U}{R_1}$ $I_2 = \frac{U}{R_2}$ $I_{tot} = I_1 + I_2 + ...$
$R_v = R_1 + R_2 + ...$	$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ...$

- In berekeningen gebruik je de formules $P = U \cdot I$ en $E = P \cdot t$ vaak in combinatie met de formules voor serie- en parallelschakelingen.

BEGRIPPEN

parallelschakeling
Schakeling met vertakkingen, zodat elk onderdeel van de schakeling een eigen, aparte stroomkring heeft.

serieschakeling
Schakeling zonder vertakkingen, waarbij de stroom achtereenvolgens door elk onderdeel van de schakeling loopt.

12.4 ELEKTRICITEIT EN VEILIGHEID

ONTHOUD

- De huisinstallatie begint waar de voedingskabel de meterkast binnenkomt. De leiding loopt daarna via de hoofdzekering, de energiemeter (kWh-meter) en één of meer aardlekschakelaars naar de groepenkast. Daar splitst de leiding zich in verschillende parallelle groepen, elk met een eigen zekering en groepsschakelaar.
- De leidingen van de huisinstallatie hebben een geleidende kern, met daaromheen een isolerende buitenlaag. De kern is van koper, een goede geleider. De buitenkant wordt vaak van pvc gemaakt, een goed isolerende kunststof.
- Elektriciteit kan op twee manieren gevaarlijk zijn. Als de stroomsterkte te groot wordt, bestaat er kans op brand. Als je een onderdeel aanraakt waar netspanning op staat, krijg je een schok.
- Bij kortsluiting kan de stroom een route volgen met heel weinig weerstand. Bij overbelasting staan er te veel apparaten tegelijk aan. In beide gevallen wordt de stroomsterkte te groot.
- Zekeringen schakelen de stroom uit als de stroomsterkte te groot wordt.
- Aardlekschakelaars schakelen de stroom uit als er ergens in huis een stroompje ‘weglekt’. Aardleidingen laten een stroom naar de aarde weglopen, als de metalen buitenkant van een apparaat onder spanning komt te staan. De aardlekschakelaar schakelt de stroom dan uit.
- Een dubbel geïsoleerd apparaat heeft een extra laag isolatie, die je beschermt tegen schokken. Meestal is de buitenkant dan van een isolerende kunststof gemaakt.
- Transformatoren zetten de netspanning om in een veilige spanning van bijvoorbeeld 6, 9 of 12 V.

BEGRIPPEN

aardedraad
Groengele draad die de metalen buitenkant van een apparaat verbindt met de aardrail in de meterkast.

aardlekschakelaar
Apparaat dat de stroom die het huis binnenkomt, vergelijkt met de stroom die het huis verlaat. Als het verschil te groot wordt (als er te veel stroom ‘weglekt’), schakelt de aardlekschakelaar de stroom uit.

dubbel geïsoleerd
Beveiliging van een apparaat met twee aparte lagen isolatie; meestal is de tweede laag de kunststof buitenkant van het apparaat.

energiemeter
Meter die bijhoudt hoeveel elektrische energie er in huis wordt verbruikt.

geleider
Materiaal dat een elektrische stroom gemakkelijk doorlaat, zoals koper.

groepszekering
Zekering die één groep van een huisinstallatie beveiligt tegen te grote stromen.

isolator
Materiaal waar geen elektrische stroom doorheen kan lopen, zoals plastic.

kortsluiting
Defect in de isolatie van een elektrisch apparaat waardoor de stroom nauwelijks weerstand meer ondervindt en veel te groot wordt.

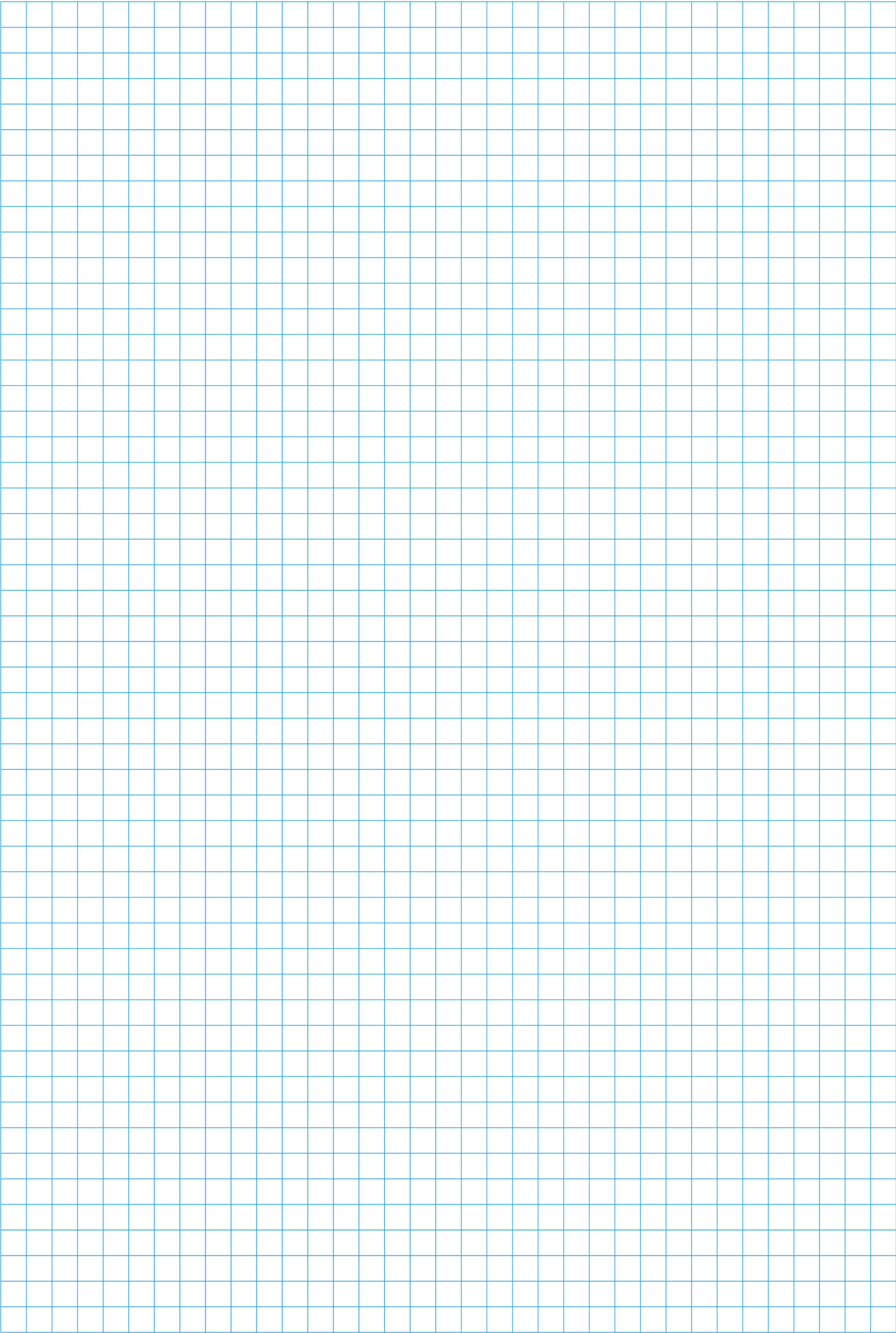
kWh-meter
Andere naam voor energiemeter.

overbelasting
Situatie dat er te veel apparaten tegelijk aanstaan, zodat de totale stroomsterkte te groot wordt.

randaarde
Extra contactpunt aan de rand van het stopcontact dat verbonden is met een aardedraad.

schok
Plotselinge snelle samentrekking van je spieren, doordat er een elektrische stroom doorheen loopt.

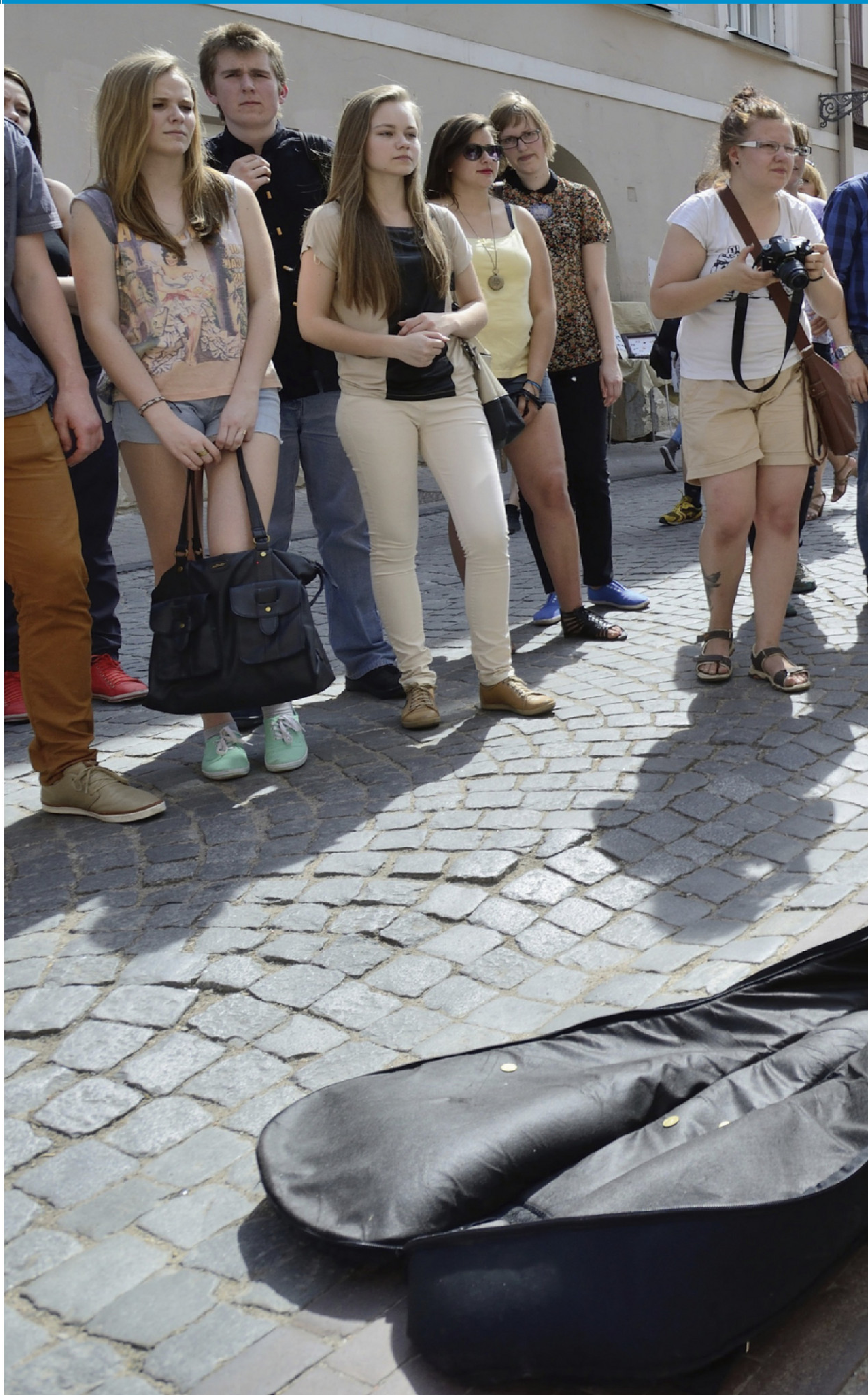

Ga naar de *Flitskaarten*.



13 Geluid

WERKEN MET GELUID

Er zijn allerlei beroepen waarin je werkt met geluid. Een muzikant maakt geluid, een geluidstechnicus regelt geluid en een politieagent controleert geluid. In zo'n beroep merk je al snel dat mensen heel verschillend denken over geluid. Wat de een mooie muziek vindt, noemt de ander geluidsoverlast. Het valt niet mee om iedereen tevreden te stellen.





Wat weet je al over geluid?

LEERDOELEN

1 Je kunt de onderdelen beschrijven waaruit een elektromagneet is opgebouwd.
2 Je kunt een aantal voorbeelden van geluidsbronnen noemen.
3 Je kunt de geluidssnelheid in lucht noemen.
4 Je kunt uitleggen hoe het geluid van een luidspreker zich verspreidt tot je oren het geluid opvangen.
5 Je kunt het apparaat benoemen waarmee je geluidssterkte meet.
6 Je kunt de temperatuur omrekenen van graden Celsius naar kelvin en omgekeerd.

In deel 1-2 van Nova nask heb je al een aantal dingen over geluid geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig wanneer je aan dit hoofdstuk begint. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 De spiraalvormig gewikkelde koperdraad van een elektromagneet noem je een ....

2 Noteer drie geluidsbronnen.

....

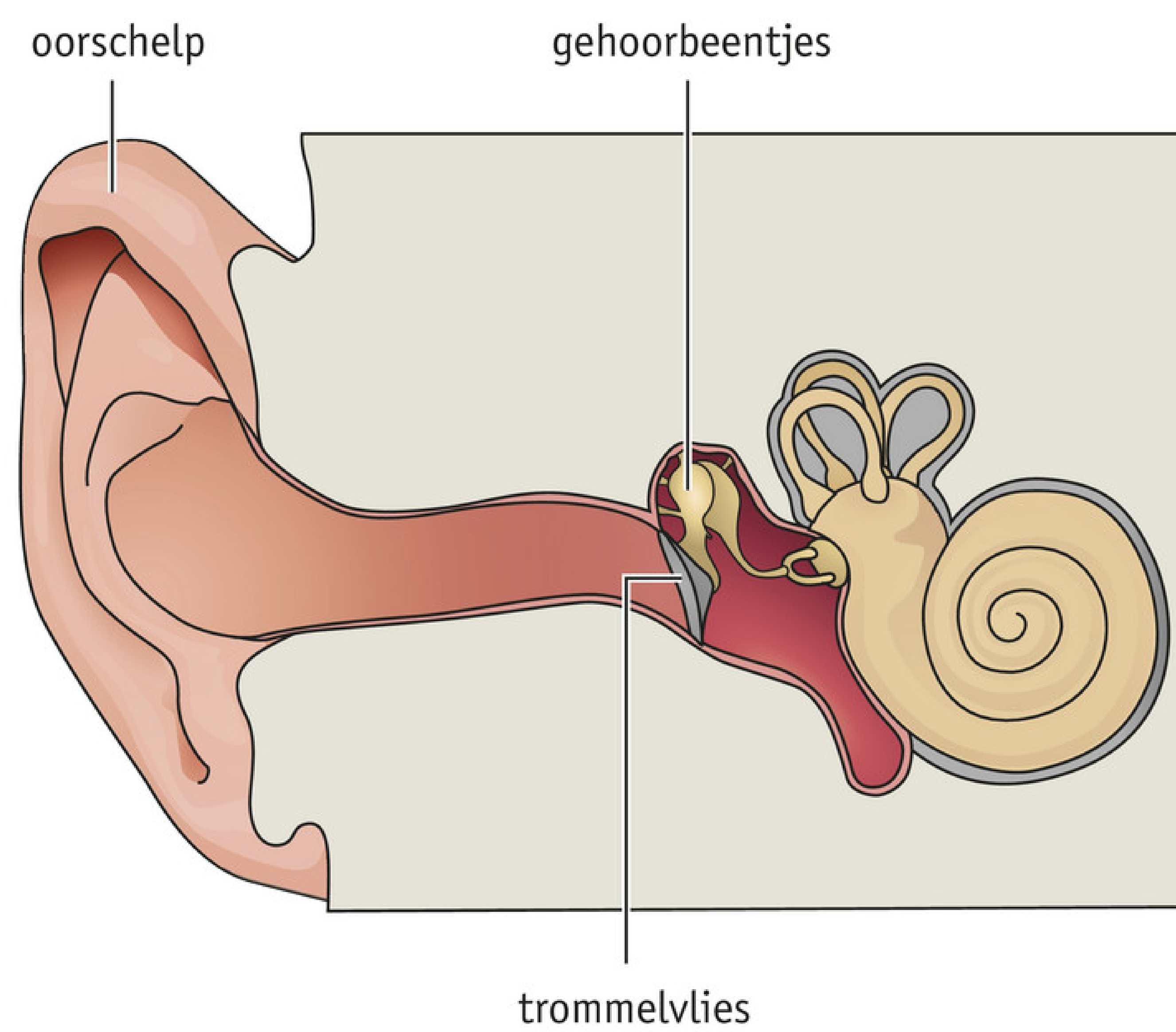
....

3 Hoe groot is de snelheid van geluid in de lucht ongeveer?

○ A 340 km/h
○ B 340 km/s
○ C 340 m/h
○ D 340 m/s

4 In afbeelding 1 zie je het binnenste van Anna's oor.
Wat gebeurt er met het trommelvlies als Anna geluid hoort?

○ A Het trommelvlies beweegt heen en weer van boven naar beneden.
○ B Het trommelvlies beweegt heen en weer van links naar rechts.
○ C Het trommelvlies gaat open en dicht.



afbeelding 1 Het inwendige van Anna's oor.

5 Wat is de eenheid van geluidssterkte?

- ○ A becquerel (Bq)
- ○ B decibel (dB)
- ○ C hertz (Hz)

6 Temperatuur kun je meten in graden Celsius en in kelvin.
Vul in.

0 °C = ... K

20 °C = ... K

288 K = ... °C

373 K = ... °C



Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Geluidsbronnen

LEERDOELEN

13.1.1 Je kunt uitleggen hoe het geluid van een geluidsbron bij je oren komt.
13.1.2 Je kunt uitleggen hoe de conus van een luidspreker in trilling wordt gebracht.
13.1.3 Je kunt berekeningen uitvoeren met de geluidssnelheid, de tijd en de afstand.
13.1.4 Je kunt uitleggen waarom je een echo iets later hoort dan het directe geluid.
13.1.5 Je kunt toelichten hoe je met een echolood de diepte van de zee kunt bepalen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	13.1.1	13.1.2	13.1.3	13.1.4	13.1.5	6.2.6*
Onthouden	1abc, 2ab	5abc	4ab	3ab		
Begrijpen	11c		6abc, 7ac, 12a			7d
Toepassen			7b, 8abcd, 11d	9	12bcde	
Analyseren		10		11ab		

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

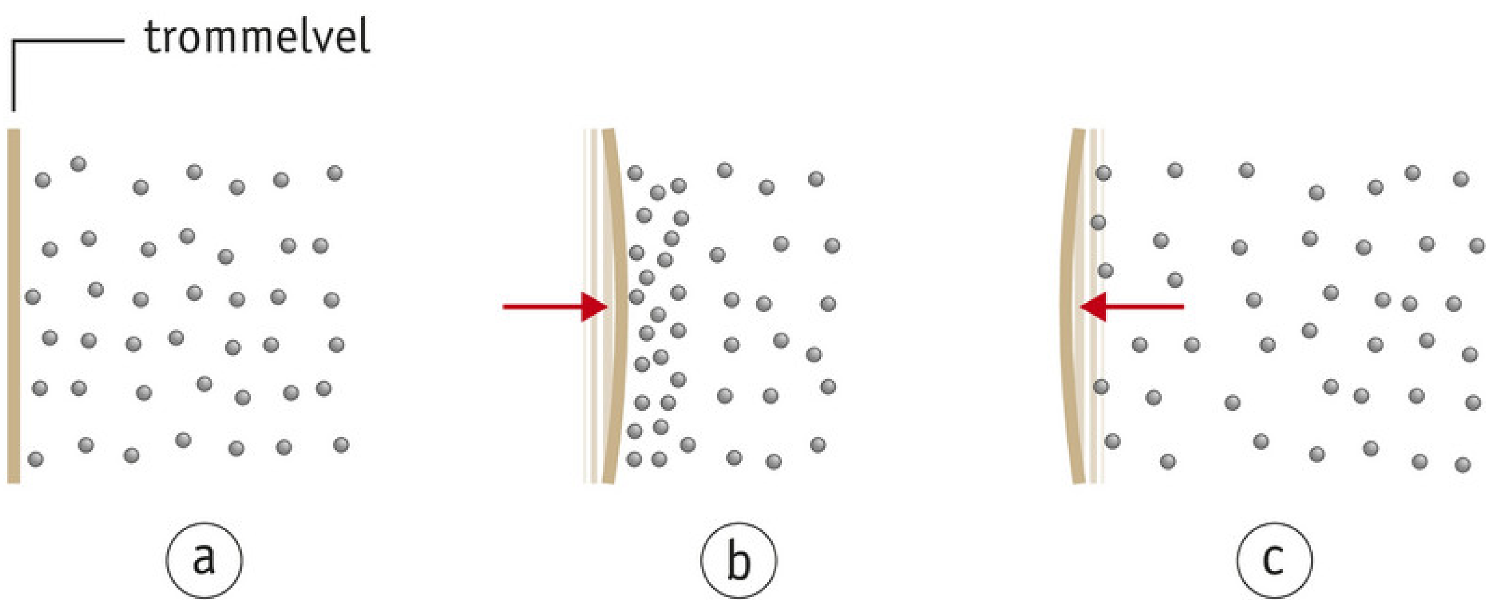
In heuvelachtig of bergachtig gebied kun je afstanden schatten door te luisteren naar de echo. Hoe zou je dat kunnen aanpakken?

VAN DE GELUIDSBRON NAAR JE OREN

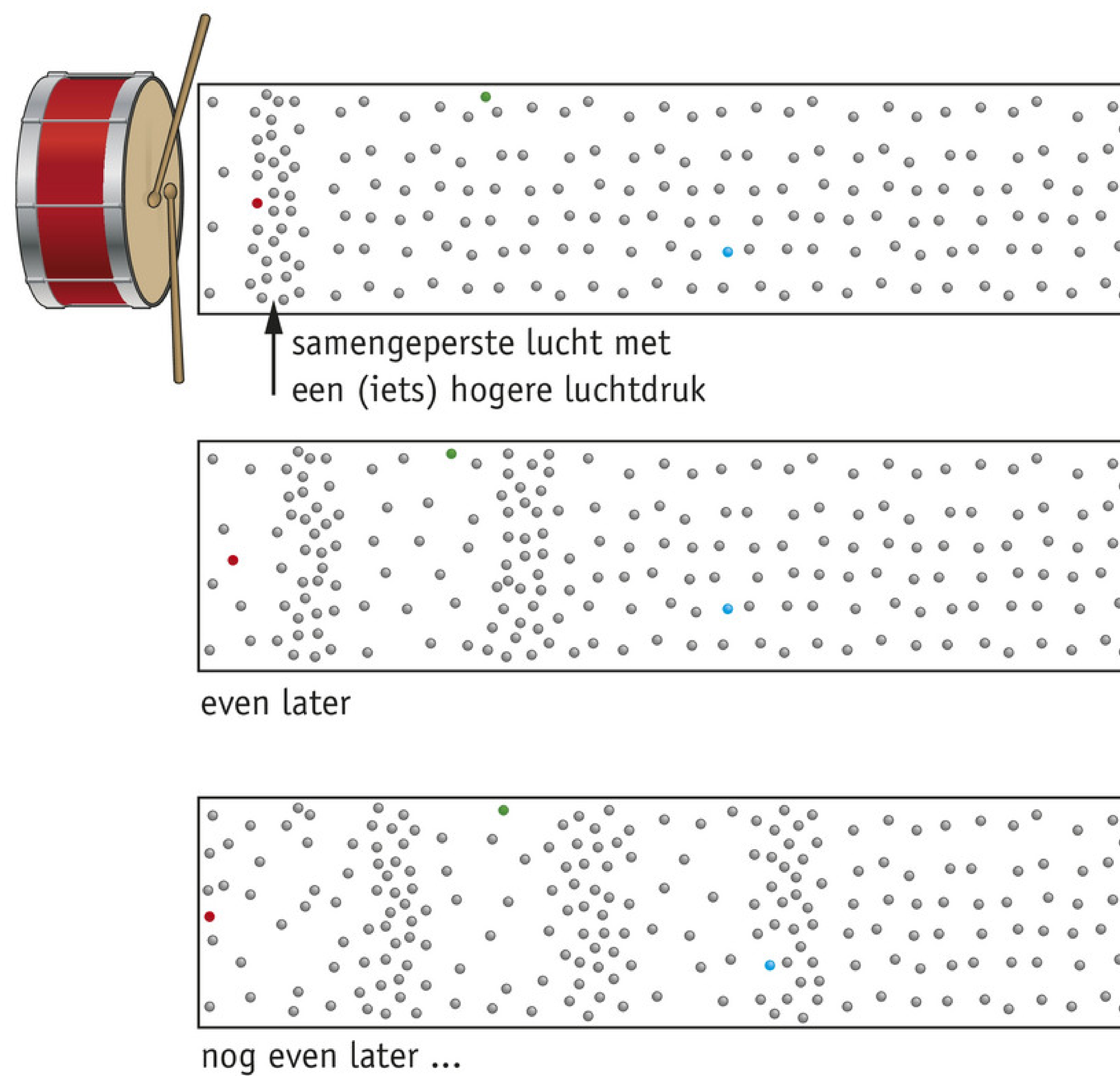
Geluid wordt gemaakt door **geluidsbronnen**. De stembanden in je keel, de snaren van een gitaar, de sirene van een ambulance, de motoren van een vliegtuig: het zijn allemaal geluidsbronnen. Doordat een geluidsbron trilt, wordt de omringende lucht – of een andere stof – in beweging gebracht. Als deze trilling je oren bereikt, hoor je het geluid.

In afbeelding 1a zie je het trommelvel van een basdrum. Als een drummer een tik op de drum geeft, begint het trommelvel te trillen. Als het trommelvel naar buiten beweegt, wordt de lucht voor het vel iets samengeperst. Daardoor stijgt de luchtdruk (afbeelding 1b). Als het trommelvel naar binnen beweegt, zet de lucht weer iets uit. Daardoor daalt de luchtdruk (afbeelding 1c).

afbeelding 1 Een trommelvel dat (a) stilstaat; (b) naar buiten beweegt; (c) naar binnen beweegt.

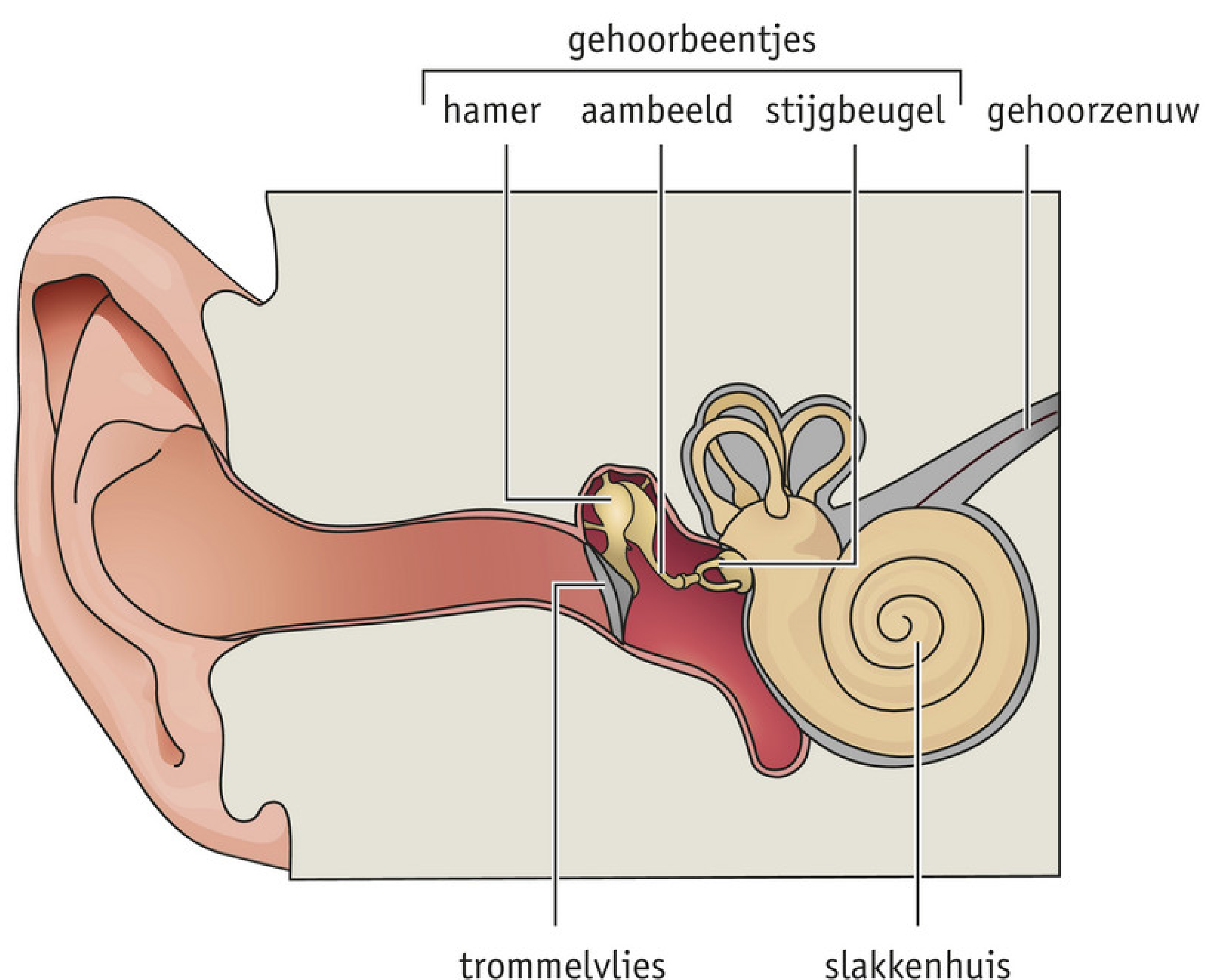


De **drukveranderingen** bewegen daarna in alle richtingen bij het trommelvel vandaan (afbeelding 2). Dat komt doordat de moleculen in de lucht steeds tegen elkaar botsen. Zo geven ze hun beweging aan elkaar door. De moleculen zelf komen nauwelijks van hun plaats. Maar de veranderingen in de luchtdruk bewegen met grote snelheid door de lucht heen.



afbeelding 2 Zo verspreidt het geluid zich.

Als het geluid je oren bereikt, beginnen je trommelvliezen ook te trillen (afbeelding 3). Als de luchtdruk stijgt, beweegt het trommelvlies naar binnen; als de luchtdruk daalt, beweegt het trommelvlies weer naar buiten. De gehoorbeentjes brengen deze beweging over op het slakkenhuis. In het slakkenhuis wordt de trilling 'vertaald' in een elektrisch signaal. Dit signaal wordt door de gehoorzenuwen naar je hersenen geleid. Daar word je je van het geluid bewust.



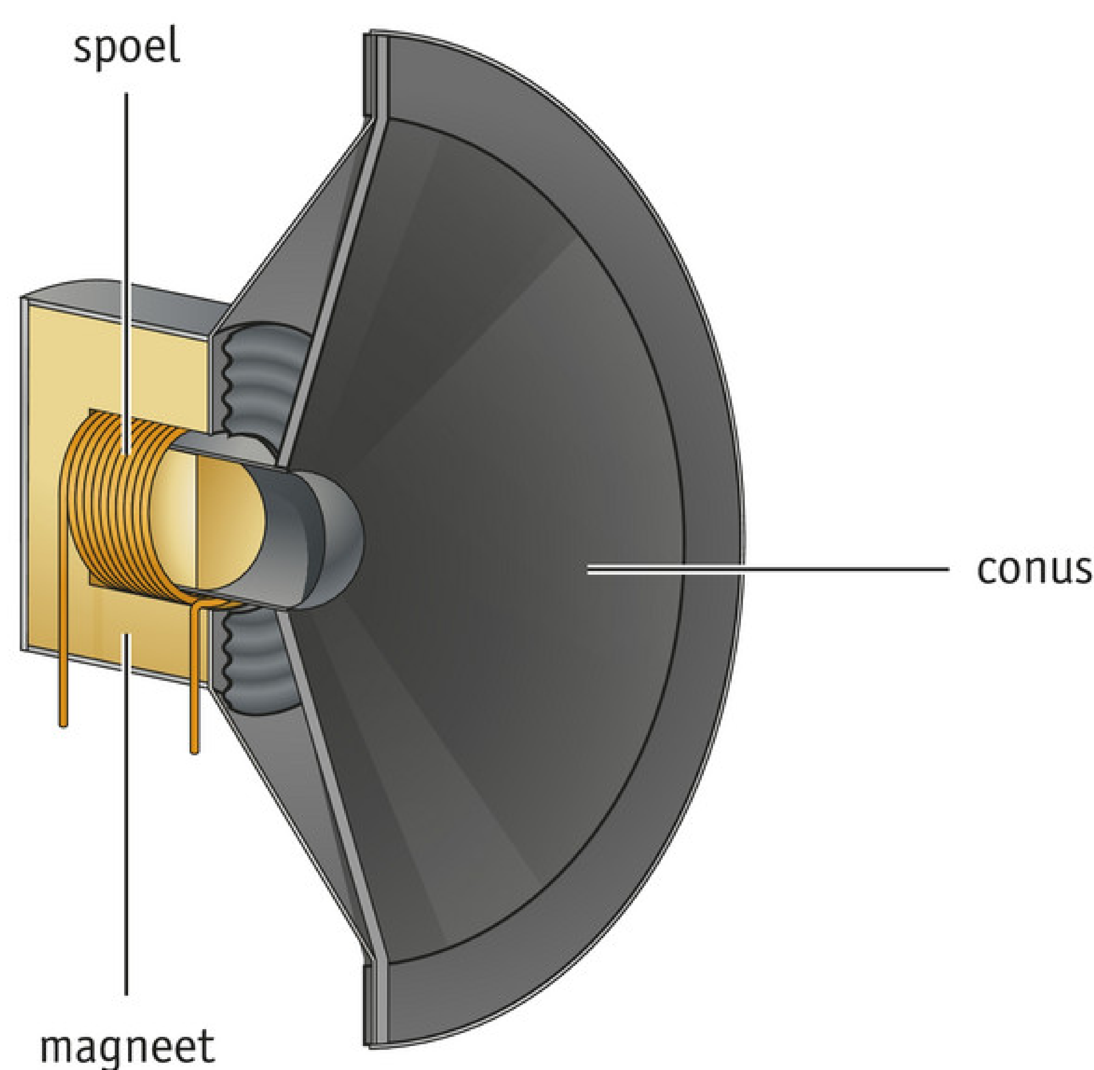
afbeelding 3 Een doorsnede van een oor.

DE LUIDSPREKER

Een luidspreker gebruikt ook een dun rond vel om de lucht in trilling te brengen. Dat vel wordt **conus** genoemd. Andere belangrijke onderdelen van een luidspreker zijn een sterke permanente magneet en een spoel (afbeelding 4). De conus zit vast aan de spoel, die vrij heen en weer kan bewegen. Als de spoel in beweging wordt gebracht, beweegt de conus mee.

De spoel (en dus ook de conus) wordt in trilling gebracht door een elektrisch signaal. Dat gaat als volgt:

1. Er wordt een wisselspanning over de uiteinden van de spoel gezet. Dit elektrische signaal verandert steeds, net als de drukveranderingen van het geluid.
2. Door de spoel gaat nu een steeds veranderende wisselstroom lopen. De spoel wordt daardoor een elektromagneet waarvan de polen steeds omwisselen.
3. De spoel wordt afwisselend aangetrokken en afgestoten door de permanente magneet. De conus beweegt steeds met de spoel mee. Zo wordt ook de lucht rond de luidspreker in trilling gebracht.



afbeelding 4 De onderdelen van een luidspreker.

GELUIDSSNELHEID

De geluiden die je hoort, komen meestal via de lucht bij je oren terecht. Maar geluid kan zich ook door andere stoffen dan lucht verplaatsen. Geluid beweegt zich bijvoorbeeld zonder problemen door muren en vloeren, zoals iedereen weet die in een flat woont. Alle gassen, vloeistoffen en vaste stoffen kunnen geluid overbrengen. Anders gezegd: ze kunnen allemaal dienen als **tussenstof**.

In het vacuüm van de ruimte is er geen tussenstof die trillingen kan doorgeven. Daarom kan een astronaut die een ruimtewandeling maakt, geen geluiden van buitenaf horen. Op een hemellichaam zonder atmosfeer, zoals de maan, is het precies net zo stil. Andere hemellichamen hebben wel een eigen atmosfeer, zoals de planeet Mars. Daar kun je wel geluiden horen.

De snelheid waarmee geluid door een tussenstof beweegt, noem je de **geluidssnelheid**. Je kunt het hebben over de geluidssnelheid in lucht, in water, in staal, enzovoort. De grootte van de geluidssnelheid verschilt sterk van stof tot stof. Dit kun je zien in *BINAS* tabel 27 *Voortplantingssnelheid van geluid in enkele stoffen*. Het maakt ook verschil hoe hoog de temperatuur is. Geluid beweegt sneller in lucht van 20 °C dan in lucht van 0 °C.

De afstand die geluid aflegt, bereken je met de formule:

afstand = geluidssnelheid × tijd

Of in symbolen:

$s = v_{geluid} \cdot t$

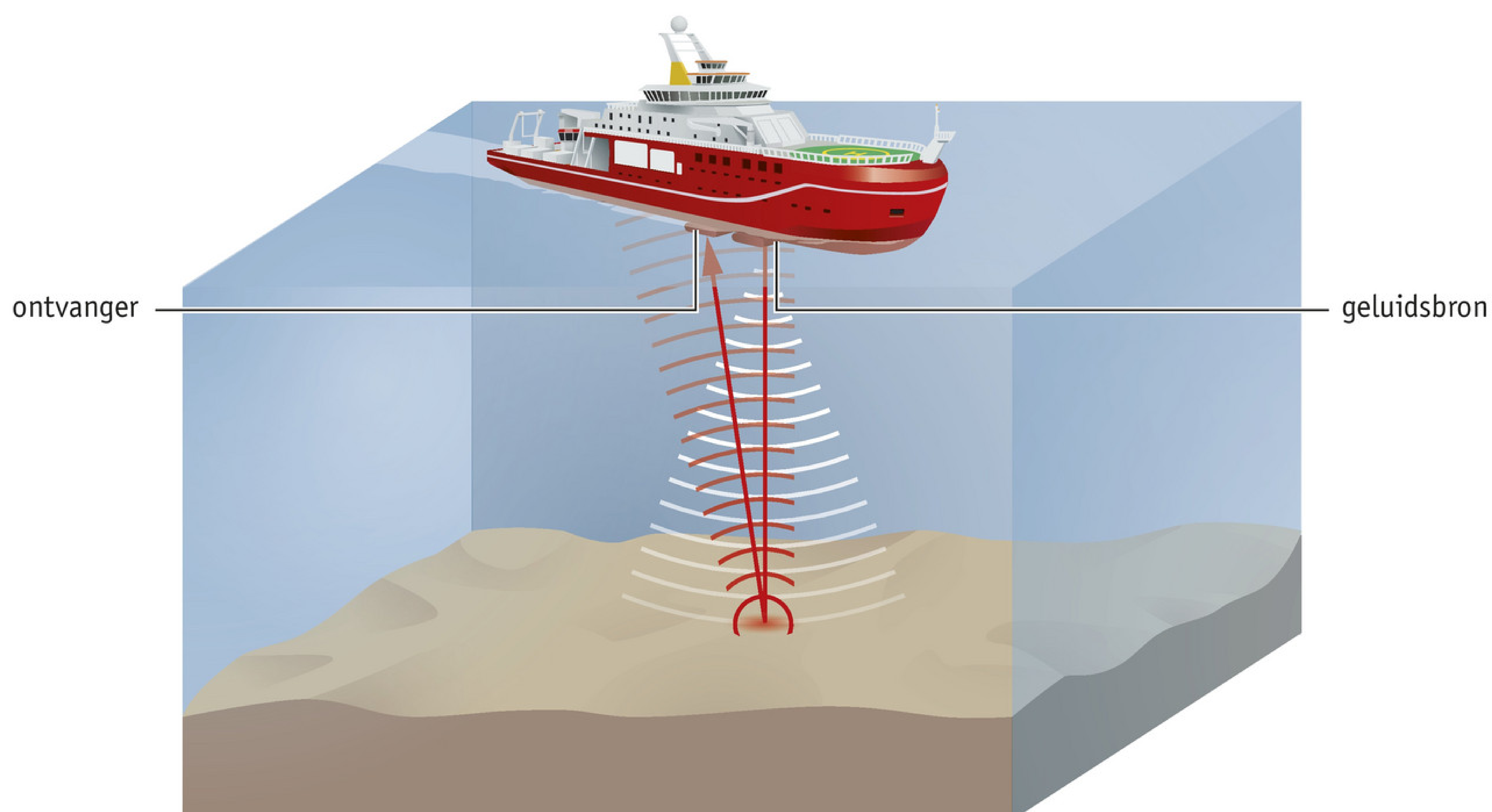
In deze formule is:
- s de afstand die het geluid aflegt in meter (m);
- v_{geluid} de geluidssnelheid in meter per seconde (m/s);
- t de tijd die het geluid nodig heeft in seconden (s).

v_{geluid} staat voor de geluidssnelheid in de stof waardoor het geluid zich verplaatst. Bij nauwkeurige berekeningen moet je ook rekening houden met de temperatuur.

TERUGKAATSING VAN GELUID

Geluid kan net als licht worden teruggekaatst. Daardoor hoor je een geluid soms twee keer: één keer direct en één keer nadat het is teruggekaatst. Het teruggekaatste geluid noem je de **echo**. Omdat de echo een langere weg moet afleggen dan het directe geluid, hoor je de echo later dan het directe geluid.

Op veel schepen wordt een **echolood** gebruikt om de diepte van de zee te meten (afbeelding 5). Het echolood zendt onder water geluidspulsen (kortdurende geluidssignalen) uit. De pulsen kaatsen terug tegen de zeebodem en worden daarna weer door het echolood opgevangen. Tussen het uitzenden en opvangen van de geluidspuls verloopt een korte tijd. Het echolood meet die tijd en berekent daaruit automatisch hoe diep de zee is.



afbeelding 5 Met een echolood kun je de diepte van de zee bepalen.

VOORBEELDOPDRACHT 1

De diepte van de zee wordt gemeten met een echolood. Tussen het uitzenden en weer opvangen van de puls zit 0,32 seconden.
Bereken hoe diep de zee is.

gegevens v_{geluid} = 1510 m/s (*BINAS* tabel 27)

$t = \frac{0{,}32}{2} = 0{,}16$ s

gevraagd s = ? m

uitwerking $s = v_{geluid} \cdot t = 1510 \times 0{,}16 = 242$ m

Je deelt de tijd door twee omdat het geluid maar de helft van de tijd nodig heeft om naar de zeebodem te bewegen. In de andere helft beweegt het weer terug naar het echolood.

 **Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.**

LEERSTOF

1 Vul in.

a Geluidsbronnen maken geluid doordat ze ....; op die manier brengen ze de omringende lucht in ....

b Als een trommelvel naar buiten beweegt, wordt de lucht voor het vel iets samengeperst, zodat de luchtdruk ....

c Als een trommelvel naar binnen beweegt, ... de lucht voor het vel iets ...., zodat de luchtdruk weer ....

2

a Door welke stoffen kan geluid zich verplaatsen?

- ○ A alleen door gassen
- ○ B alleen door vaste stoffen
- ○ C alleen door vloeistoffen
- ○ D door gassen en vloeistoffen, maar niet door vaste stoffen
- ○ E door gassen, vloeistoffen en vaste stoffen

b Hoe komt het dat je in de ruimte geen geluiden van buitenaf kunt horen?

- ○ A Er is daar geen tussenstof die de trillingen kan doorgeven.
- ○ B Er vindt daar geen terugkaatsing van geluid plaats.
- ○ C Er zijn daar geen geluidsbronnen.

3 Geluid kan worden teruggekaatst. Het teruggekaatste geluid noem je echo.

a Wanneer hoor je de echo?

- ○ A vóór het directe geluid
- ○ B gelijk met het directe geluid
- ○ C ná het directe geluid

b Het teruggekaatste geluid moet een *langere* / *kortere* weg afleggen dan het directe geluid.

4 **a** Wat wordt bedoeld met 'geluidssnelheid'?

- ○ A de snelheid waarmee geluid de tussenstof binnengaat
- ○ B de snelheid waarmee geluid de tussenstof uit komt
- ○ C de snelheid waarmee geluid uit een luidspreker komt
- ○ D de snelheid waarmee geluid zich door een tussenstof beweegt

b Met welke formule bereken je de afstand die het geluid aflegt?

- ○ A $s = \frac{v_{geluid}}{t}$
- ○ B $s = v_{geluid} \cdot t$
- ○ C $s = v_{geluid} + t$

5 Noteer het juiste onderdeel van een luidspreker.

a De .... wordt een elektromagneet met steeds omwisselende polen, als je hem aansluit op een wisselspanning.

b De .... levert een constant (onveranderlijk) magnetisch veld, of je de luidspreker nu aan hebt staan of niet.

c De .... is ontworpen om de lucht rond de luidspreker in trilling te brengen, zodat je het geluid goed kunt horen.

6  Zie de vaardigheid *Werken met Binas*.
Zoek in Binas op hoe snel geluid zich verplaatst door lucht, door water en door beton.

a In welke van deze drie stoffen is de geluidssnelheid het grootst? Noteer ook de geluidssnelheid.

....

b In welke van deze drie stoffen is de geluidssnelheid het kleinst? Noteer ook de geluidssnelheid.

....

c Voor welke temperatuur gelden de geluidssnelheden die in Binas staan?

....

d Reken de temperatuur die je bij opdracht c hebt genoteerd, om naar graden Celsius.

....

....

TOEPASSING

7  

Zie de vaardigheid *Werken met tabellen en grafieken*.
De geluidssnelheid in lucht hangt af van de temperatuur. In tabel 1 zie je een aantal meetgegevens. In afbeelding 6 zie je een diagram waarin de geluidssnelheid is uitgezet tegen de temperatuur.

a Deel de schaal van de *y*-as in en noteer de getallen bij de *y*-as. Gebruik de ruimte op de as zo goed mogelijk.

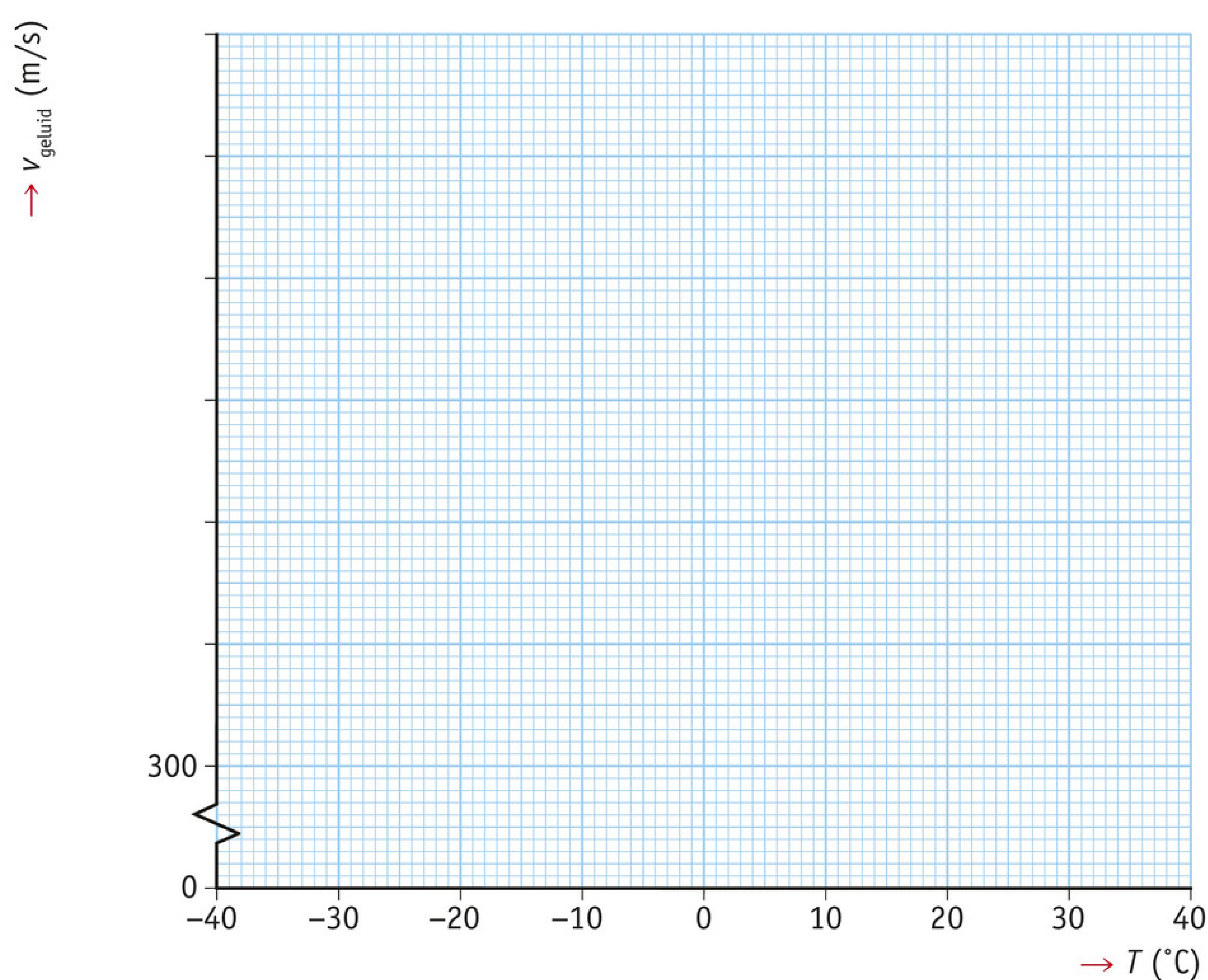
b Zet de meetpunten uit en teken de grafiek.

c Bepaal met behulp van de grafiek in afbeelding 6 hoe groot de geluidssnelheid is:

- bij −10 °C: ....
- bij 14 °C: ....
- bij 26 °C: ....

tabel 1 De geluidssnelheid in lucht.

temperatuur (°C)	geluidssnelheid (m/s)
−40	306
−20	319
0	331
20	343
40	355



afbeelding 6 Het verband tussen de geluidssnelheid en de temperatuur van de lucht.

8  Zie de vaardigheid *Werken met formules (in één stap)*.
In afbeelding 7 zie je twee schaatsers klaarstaan voor de start. De schaatsers staan niet op één lijn, want dan zou de schaatser in de buitenbaan meer meters moeten schaatsen. De vrouw die het startschot lost moet zo staan dat ze beide schaatsers kan zien. In afbeelding 7a zie je hoe dat meestal gebeurt.
De temperatuur van de lucht is 0 °C. De geluidssnelheid bij deze temperatuur is 331 m/s.

a Na hoeveel seconden hoort schaatser 1 (afbeelding 7a) het startschot?

....

....

....

....

b Na hoeveel seconden hoort schaatser 2 (afbeelding 7a) het startschot?

....

....

....

....

c Schaatser 2 hoort het startschot later dan schaatser 1. De schaatsbond wil dit oplossen door twee luidsprekers langs de baan te plaatsen (afbeelding 7b).
Leg uit waarom de aangepaste plaatsing van de luidsprekers dit probleem niet helemaal oplost.

....

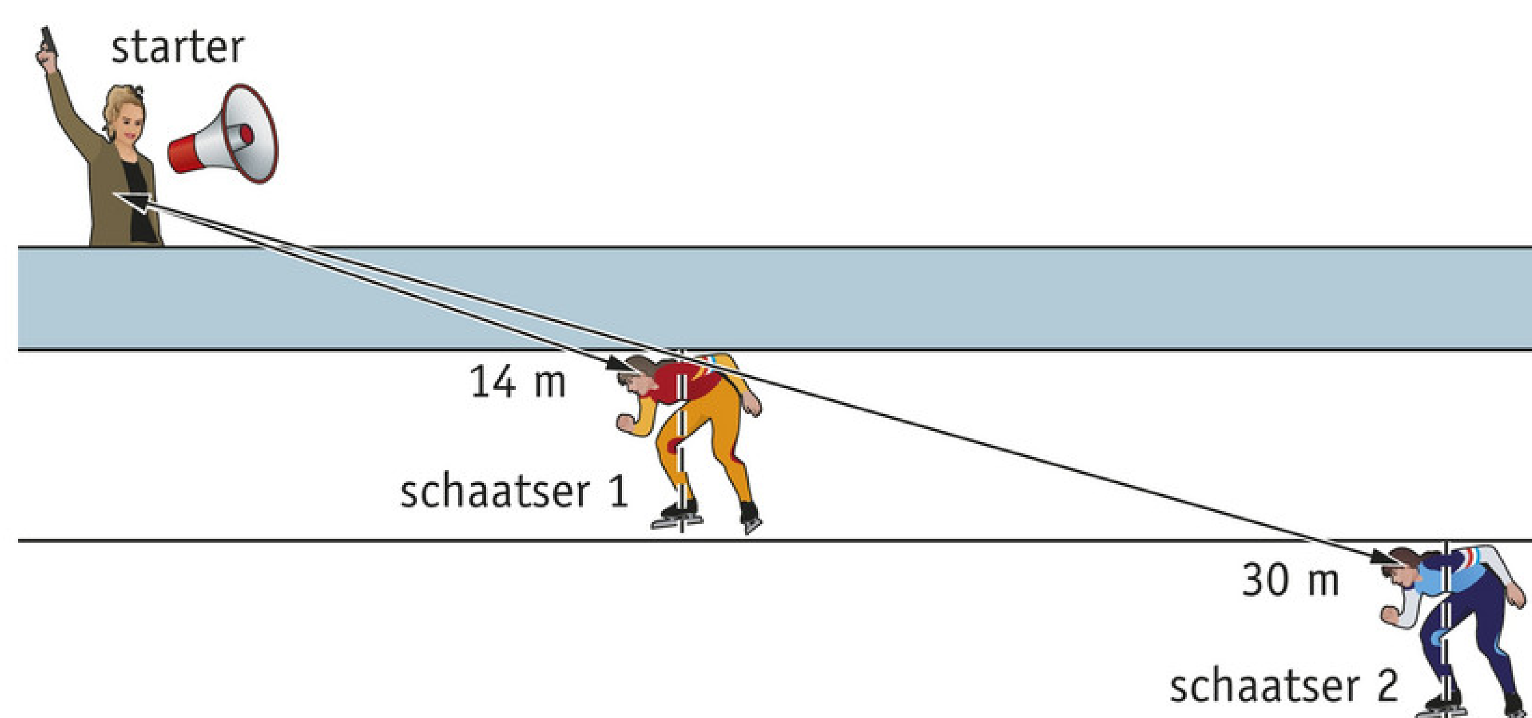
....

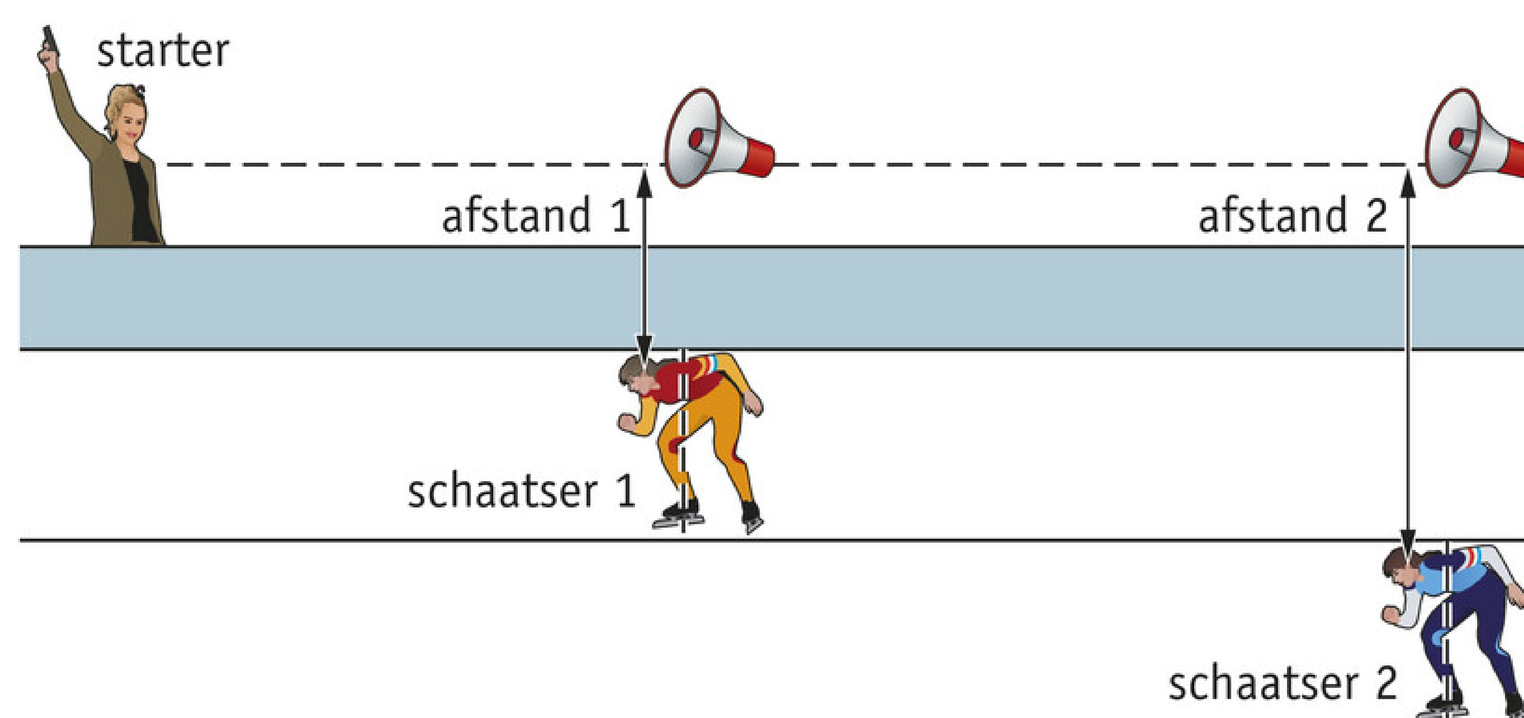
d Hoe kan dit probleem worden opgelost?

....

....

afbeelding 7 Een probleem bij het starten van een schaatswedstrijd.





9

Bij een training voor een atletiekwedstrijd maken de atleten een proefstart om te wennen aan de starter. Omdat het stadion leeg is, weerkaatst de tribune het geluid. De starter hoort na 0,32 s de echo van het startschot. De geluidssnelheid is 343 m/s.
Bereken hoe groot de afstand tussen de starter en de tribune is.

....

....

....

....

....

10

De conus van een luidspreker wordt in trilling gebracht doordat een elektromagneet en een gewone magneet elkaar afwisselend aantrekken en afstoten. In de praktijk wordt de spoel van de elektromagneet altijd aan de conus vastgemaakt, terwijl de (permanente) magneet aan de luidsprekerkast wordt bevestigd.
Waarom wordt de permanente magneet niet aan de conus vastgemaakt?

....

....

....

....

★ 11 Abdal wil de afstand tussen twee muren meten. In plaats van een rolmaat gebruikt hij een afstandsmeter (afbeelding 8). De afstandsmeter werkt met geluid.

a Volgens de handleiding bij de afstandsmeter moet je de meter loodrecht op een harde muur richten.
Waarom geeft de afstandsmeter niet de juiste waarde aan als je hem scheef op een muur richt?

....

....

....

b De temperatuur van de lucht is nooit de hele dag gelijk. Daarom gebruiken bouwbedrijven speciale afstandsmeters. In die meters zit een temperatuursensor. Die zorgt ervoor dat de afstandsmeter bij verschillende temperaturen de juiste afstand aangeeft.
Als de temperatuur stijgt, is het geluidssignaal *langer* / *korter* onderweg.

c De temperatuur in de ruimte bedraagt 15 °C.

Noteer de geluidssnelheid in lucht bij 15 °C. Gebruik Binas. ....

d Bij een afstandsmeting (met temperatuurcorrectie) tussen twee muren zit er 0,0150 s tussen het uitgezonden en het ontvangen signaal.
Bereken de afstand tussen de twee muren.

....

....

....

....

....



afbeelding 8 Een afstandsmeter.

12  Een onderzoeksschip meet de diepte van de Noordzee met een echolood.

a Hoe groot is de geluidssnelheid in zeewater? Gebruik *BINAS* tabel 27 *Voortplantingssnelheid van geluid in enkele stoffen*.

....

b In tabel 2 kun je zien hoeveel tijd er elke keer verloopt tussen het uitzenden van een puls en het ontvangen van de echo.
Bereken de diepte van de zeebodem bij de eerste puls (na 0 m varen).

gegevens $t = \frac{\dots\dots}{2}$ = ... s

v_{geluid} = ... m/s

gevraagd s = ? m

uitwerking s = ... · .... = ... × .... = ... m

c Bereken de diepte van de zeebodem bij de tweede puls (na 50 m varen).

....

....

....

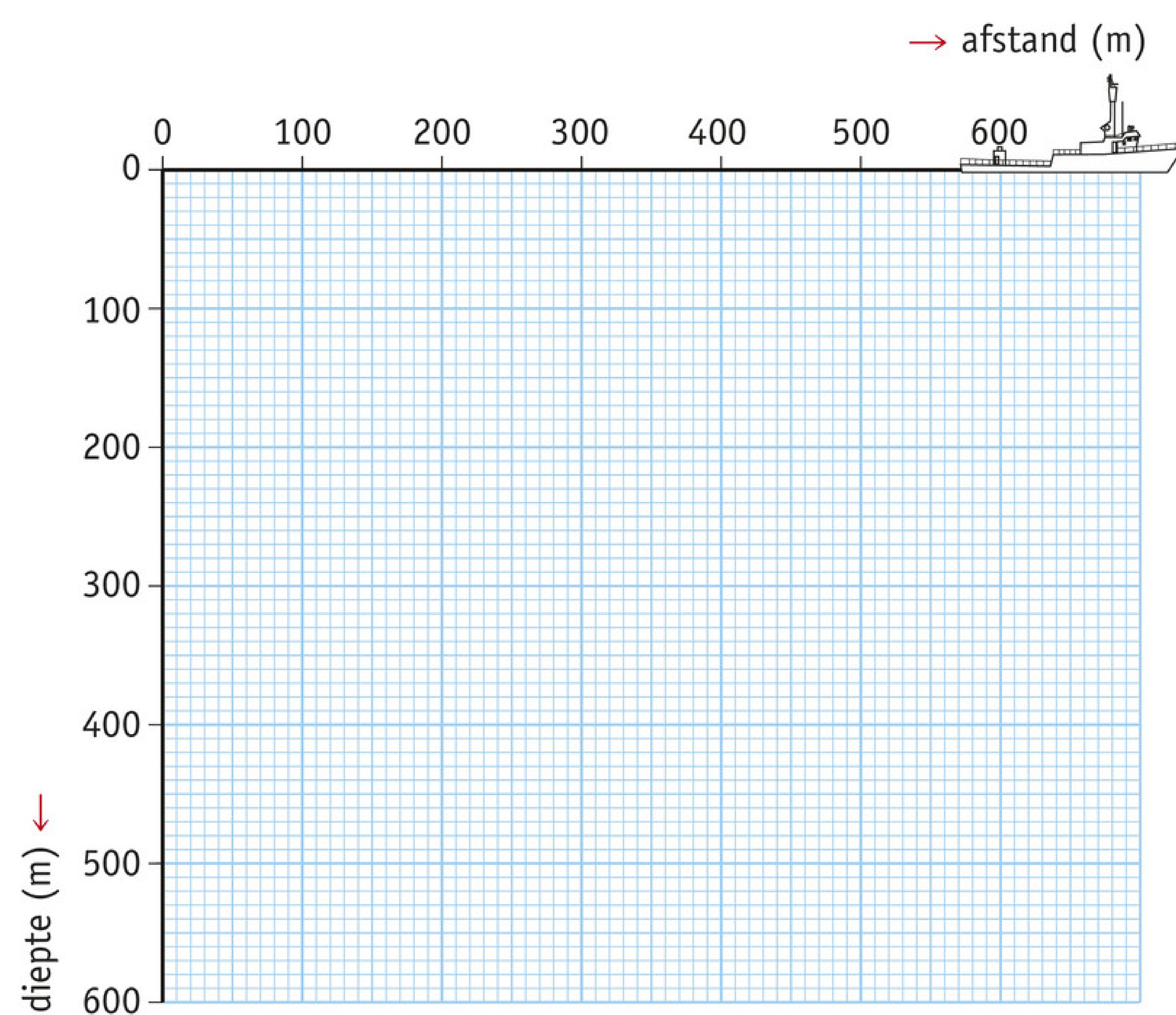
....

d Bereken op dezelfde manier bij elke puls de bijbehorende diepte. Noteer alle uitkomsten in de derde kolom van tabel 2.

e Teken in afbeelding 9 het verloop van de zeebodem.

tabel 2 Diepte meten met een echolood.

gevaren afstand (m)	tijd tussen puls en echo (s)	diepte zeebodem (m)
0	0,28	
50	0,33	
100	0,40	
150	0,50	
200	0,63	
250	0,64	
300	0,55	
350	0,45	
400	0,35	
450	0,26	
500	0,20	
550	0,18	
600	0,21	
650	0,21	



afbeelding 9 Zo ziet de zeebodem eruit.



Test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Toonhoogte

LEERDOELEN

13.2.1 Je kunt de trillingstijd van een toon bepalen aan de hand van een oscilloscoopbeeld.
13.2.2 Je kunt berekeningen uitvoeren met de trillingstijd en de frequentie van een geluidstrilling.
13.2.3 Je kunt een verband leggen tussen de frequentie van een geluid en de toonhoogte.
13.2.4 Je kunt de bovengrens en ondergrens van het frequentiebereik van de mens benoemen.
13.2.5 Je kunt uitleggen door welke drie factoren de toonhoogte van een snaar wordt bepaald.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	13.2.1	13.2.2	13.2.3	13.2.4	13.2.5
Onthouden		4ab	1ab, 3ab	5abc	2abc
Begrijpen	6ac, 7c, 10ac, 11bc				
Toepassen	6b, 7a, 10b, 11d	6d, 7b, 9abc, 11a, 12a	12b	8a	13ab
Analyseren	10d			8bc	13c

Als je je vingers op het bovenblad van een gitaar legt, kun je het hout soms voelen trillen. Wanneer voel je dat het best, bij hoge tonen of bij lage tonen?

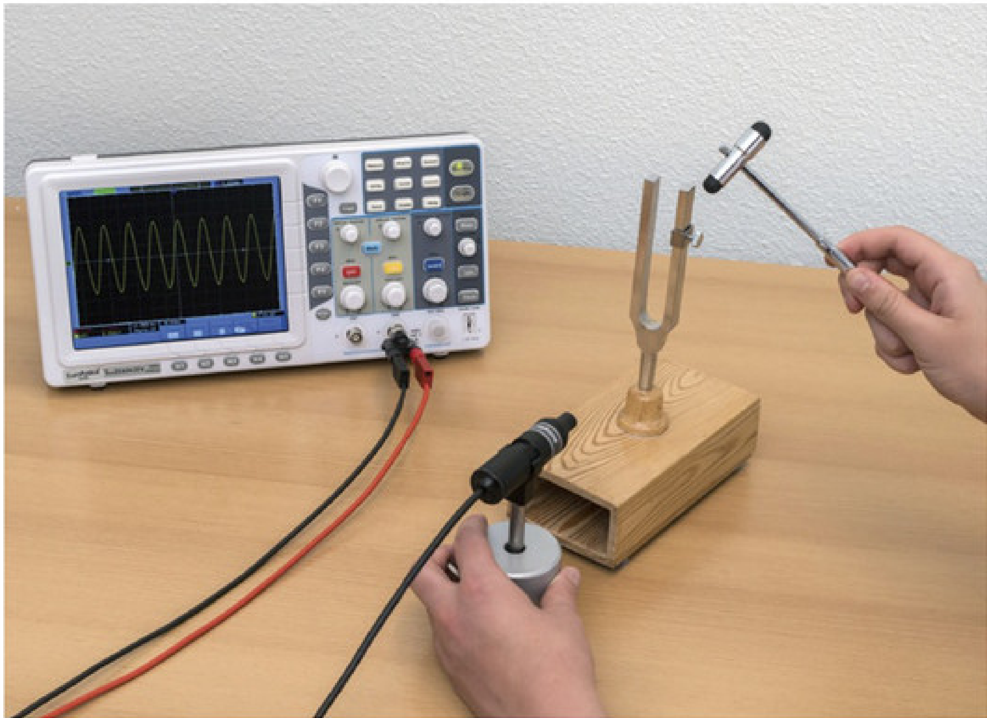
TRILLINGSTIJD

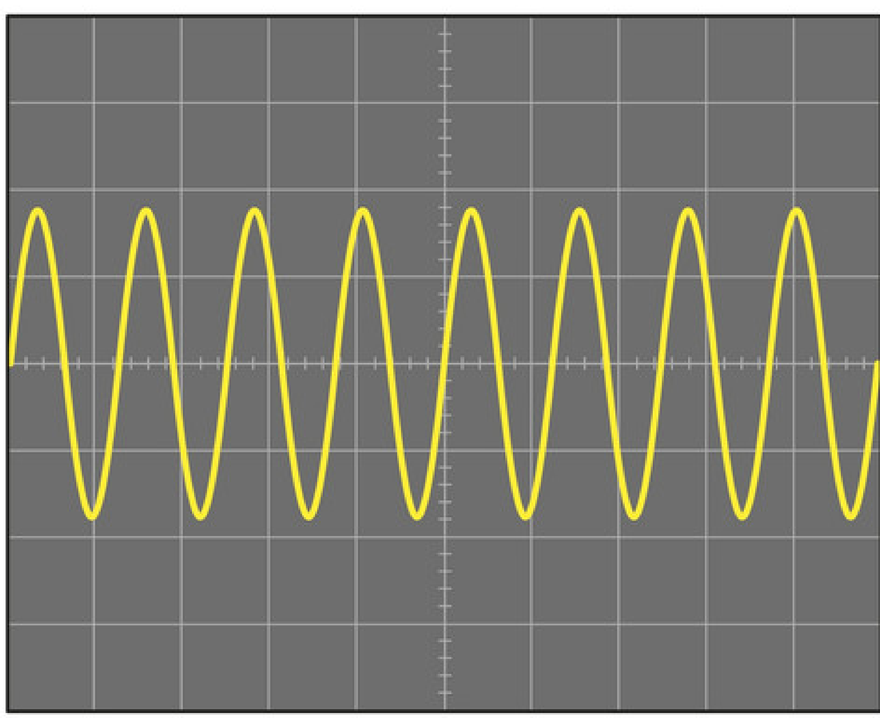
Met de opstelling van afbeelding 1a kun je het geluid van een stemvork onderzoeken. Een microfoon zet het geluid om in een elektrisch signaal: een voortdurend veranderende wisselspanning. Het scherm van de **oscilloscoop** beeldt dit signaal vervolgens af. Zo kun je onderzoeken hoe snel de druk van de lucht verandert.

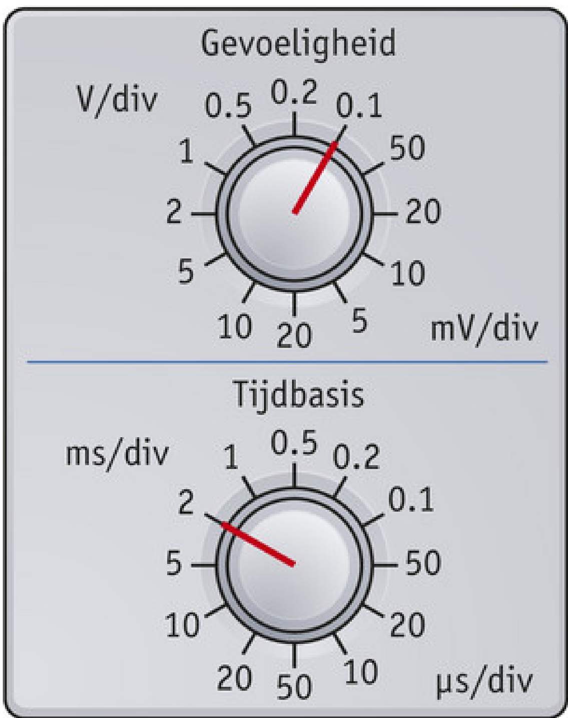
De tijdbasis van de oscilloscoop is ingesteld op 2 ms/div. Dat betekent dat elk hokje 2 milliseconden ‘breed’ is. Je ziet in afbeelding 1b dat er 8 trillingen (8 op en neer gaande bewegingen) in 10 hokjes gaan. Voor die 8 trillingen is dus 10 × 2 ms = 20 ms nodig.
Eén volledige trilling duurt dan $\frac{20}{8}$ = 2,5 ms (= 0,0025 s).

De tijd die nodig is voor één volledige trilling, wordt de **trillingstijd** genoemd. De stemvork van afbeelding 1 heeft dus een trillingstijd van 2,5 ms.

afbeelding 1 Zo kun je de trillingstijd van een stemvork bepalen.


a





b

FREQUENTIE

PROEF 1

Als je de trillingstijd kent, kun je het aantal trillingen per seconde berekenen. Als de trillingstijd 0,1 seconde is, gaan er 10 trillingen in één seconde. Als de trillingstijd 0,01 seconde is, gaan er 100 trillingen in één seconde. Het aantal trillingen in één seconde noem je de **frequentie**. De frequentie van het geluid bereken je met de formule:

$$\text{frequentie} = \frac{1}{\text{trillingstijd}}$$

Of in symbolen:

$$f = \frac{1}{T}$$

In deze formule is:
- f de frequentie in hertz (Hz);
- T de trillingstijd in seconden (s).

VOORBEELDOPDRACHT 1

Bereken de frequentie van de stemvork in afbeelding 1.

gegevens T = 2,5 ms = 0,0025 s

gevraagd f = ? Hz

uitwerking $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}0025}$ = 400 Hz

TOONHOOGTE

Hoe hoog een toon klinkt, wordt bepaald door de frequentie (en dus ook door de trillingstijd). Dat kun je nagaan met een **toongenerator** waarop je een luidspreker aansluit. Je hebt dan een elektronische stemvork waarvan je zelf de frequentie kunt instellen.

Als je de frequentie groter maakt, hoor je een hogere toon. Als je de frequentie kleiner maakt, daalt de toonhoogte weer. Onthoud:

Hoe groter de frequentie van een trilling, des te hoger is de toon die je hoort.

Met een toongenerator kun je ook onderzoeken welke frequenties voor mensen te horen zijn. Als je jong bent en een normaal gehoor hebt, heb je een **frequentiebereik** van 20 tot ongeveer 20 000 Hz (20 kHz). Tonen waarvan de frequentie kleiner is dan 20 Hz of groter dan 20 000 Hz, hoor je niet. Als je ouder wordt, neemt het frequentiebereik van je gehoor af, vooral als het gaat om hoge tonen. Zie *BINAS* tabel 29 *Veroudering gehoorgevoeligheid*.

Dieren hebben vaak een ander frequentiebereik dan mensen. Vleermuizen kunnen bijvoorbeeld veel hogere tonen horen dan mensen, tot voorbij 100 000 Hz (100 kHz). Maar met lage tonen hebben ze juist moeite. Tonen die mensen uitstekend kunnen horen, zijn voor vleermuizen veel te laag. Honden horen zowel laag als hoog beter dan mensen. Vooral bij de hogere tonen doen ze het beter (afbeelding 2).

Hoogfrequent hondenfluitje

Lichtgewicht hondenfluitje met een hoge frequentie. De toon is te hoog voor mensen en dus absoluut niet storend. Leer je hond het juiste commando met behulp van deze hondenfluit en zorg dat je ook op afstand de baas blijft over het gedrag van je hond.

- Reikwijdte ca. 150 meter
- Vaste toon

Prijs per stuk **€ 4,99**

1 stuks

In winkelwagen

afbeelding 2 Een hond kan hogere tonen horen dan een mens.

DE TOONHOOGTE BIJ SNAARINSTRUMENTEN

PROEF 2

Als je muziek maakt, produceer je tonen met een verschillende hoogte. Op een gitaar kun je veertig tot vijftig verschillende tonen maken. Op een piano ligt dit aantal zelfs op 88. Bij beide muziekinstrumenten worden de tonen gemaakt met behulp van snaren.

De toonhoogte van een snaar wordt bepaald door:
- de spanning van de snaar;
- de dikte van de snaar;
- de lengte van de snaar.

Als je een gitaar stemt, verander je de spanning van de snaren. Als een snaar te laag klinkt, draai je de snaar strakker aan (afbeelding 3). Daardoor krijgt de snaar een grotere spanning. Hoe groter de spanning, des te hoger is de toonhoogte van de snaar.



afbeelding 3 Een gitaar stemmen.

Een gitaar heeft snaren met verschillende diktes. Als je een snaar aanslaat zonder hem in te drukken, geeft een dikke snaar een lage toon. Een dunne snaar geeft een hoge toon. De snaren van een basgitaar zijn daarom veel dikker dan die van een gewone gitaar.

In afbeelding 4 zie je hoe je een E-akkoord speelt. Je drukt daarbij drie snaren in. Van de snaren die je hebt ingedrukt, kan nu nog maar een gedeelte trillen. Je hebt zo'n snaar dan een stukje korter gemaakt. Hoe korter je de snaar maakt, des te hoger wordt de toon.



afbeelding 4 Een gitarist maakt de snaren korter door ze in te drukken.

 **Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.**

LEERSTOF

1 Vul in.

a De tijd die nodig is voor .... heet de trillingstijd.

b Als de trillingstijd 0,01 seconde is, gaan er .... trillingen in .... seconde.

2 Kies de juiste woorden.

a Hoe strakker een snaar is gespannen, des te *hoger* / *lager* is de toon.

b Hoe dikker een snaar is, des te *hoger* / *lager* is de toon.

c Hoe korter een snaar is, des te *hoger* / *lager* is de toon.

3 **a** Wat betekent frequentie?

○ A de hoogte van de toon die je hoort

○ B de tijd die nodig is voor één volledige trilling

○ C het aantal trillingen in één seconde

b Hoe groter de frequentie van de trilling, des te *hoger* / *lager* is de toon die je hoort.

4 **a** Met welke formule bereken je de frequentie?

....

b Als je de trillingstijd *T* invult in seconden, vind je de frequentie *f* in ....

5 **a** Hoe groot is het frequentiebereik van een mens met een gezond gehoor?

○ A tussen de 10 Hz en de 10 000 Hz

○ B tussen de 20 Hz en de 20 000 Hz

○ C tussen de 30 Hz en de 30 000 Hz

b Met welk apparaat kun je onderzoeken welke frequenties voor een mens te horen zijn?

○ A oscilloscoop

○ B stemvork

○ C toongenerator

c Naarmate mensen ouder worden, wordt het frequentiebereik van hun gehoor *kleiner* / *groter*, vooral als het gaat om *hoge* / *lage* tonen.

TOEPASSING

6 Fola sluit een toongenerator aan op een oscilloscoop. Ze stelt de oscilloscoop in op 0,5 ms/div. In afbeelding 5 zie je het beeld op het oscilloscoopscherm.

a Wat betekent '0,5 ms/div'?

....

....

b Eén volledige trilling is .... hokjes breed.

De trillingstijd is dus .... × .... ms = ... ms.

c Hoeveel is dat in seconden?

Dat is .... s.

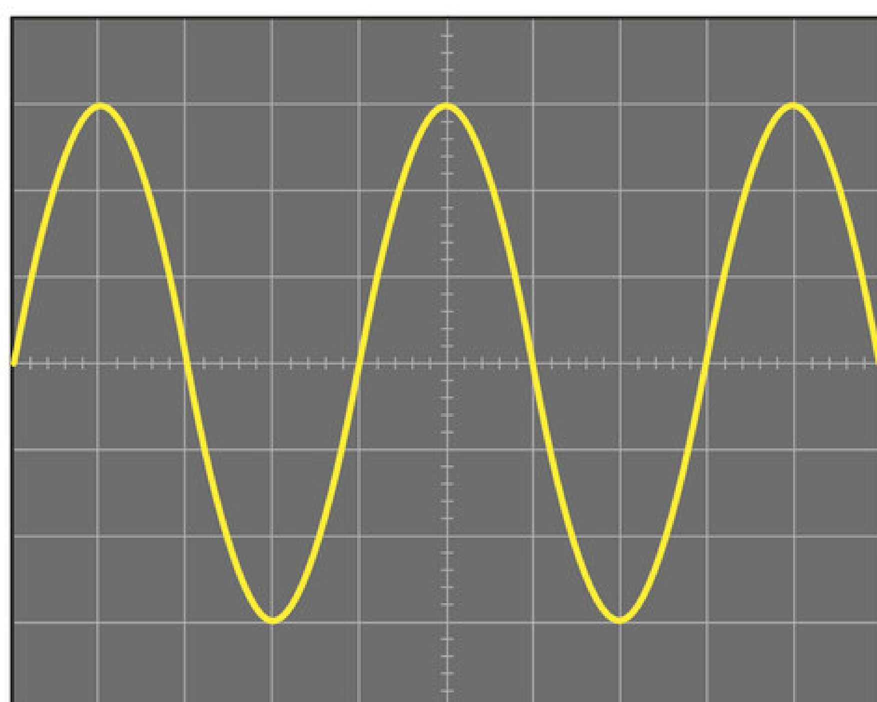
d Bereken de frequentie van de trilling.

....

....

....

....



afbeelding 5 Het oscilloscoopbeeld van Fola.

7 Je hebt vast weleens de volgende geluiden gehoord:
- de piep van een testsignaal (1000 Hz);
- de toon van een zoemende bij (400 Hz);
- de 'brom' van het lichtnet (50 Hz).

In afbeelding 6 zie je hoe een oscilloscoop deze tonen afbeeldt. Naast elk scherm kun je zien hoe de oscilloscoop was ingesteld.

a Bepaal de trillingstijd van:
- toon a

  Elk hokje op het scherm staat voor .... ms.

  Eén volledige trilling is .... hokjes breed.

  De trillingstijd is dus .... × .... ms = ... ms.
- toon b

  Elk hokje op het scherm staat voor .... ms.

  Eén volledige trilling is .... hokjes breed.

  De trillingstijd is dus .... × .... ms = ... ms.
- toon c

  Elk hokje op het scherm staat voor .... ms.

  Vier volledige trillingen zijn .... hokjes breed.

  Eén volledige trillingen is $\frac{\text{............}}{\text{............}}$ = ... hokjes breed.

  De trillingstijd is dus .... × .... ms = ... ms.

b Bereken de frequentie van:
- toon a

  ....

  ....

  ....
- toon b

  ....

  ....

  ....
- toon c

  ....

  ....

  ....

c Welk oscilloscoopbeeld hoort bij:
- de pieptoon van het testsignaal?

....

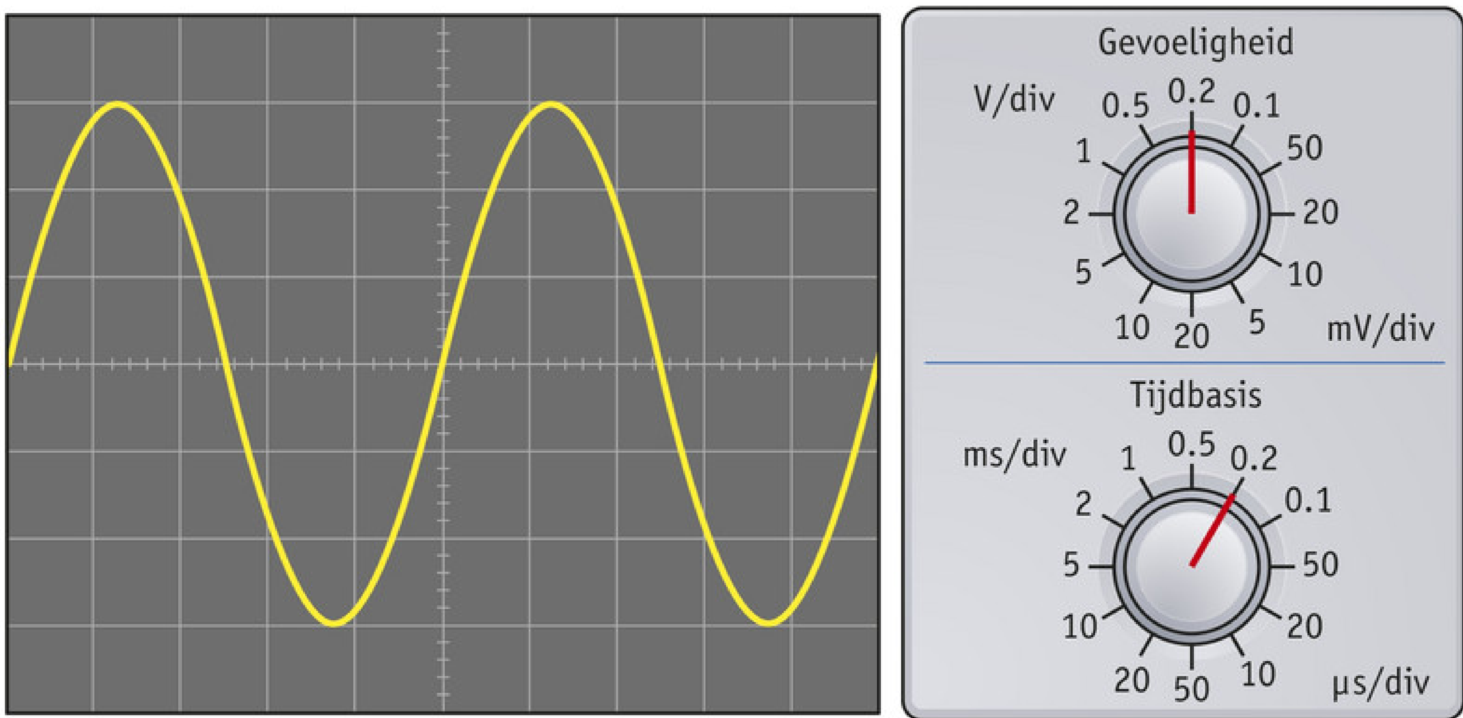
- het geluid van de zoemende bij?

....

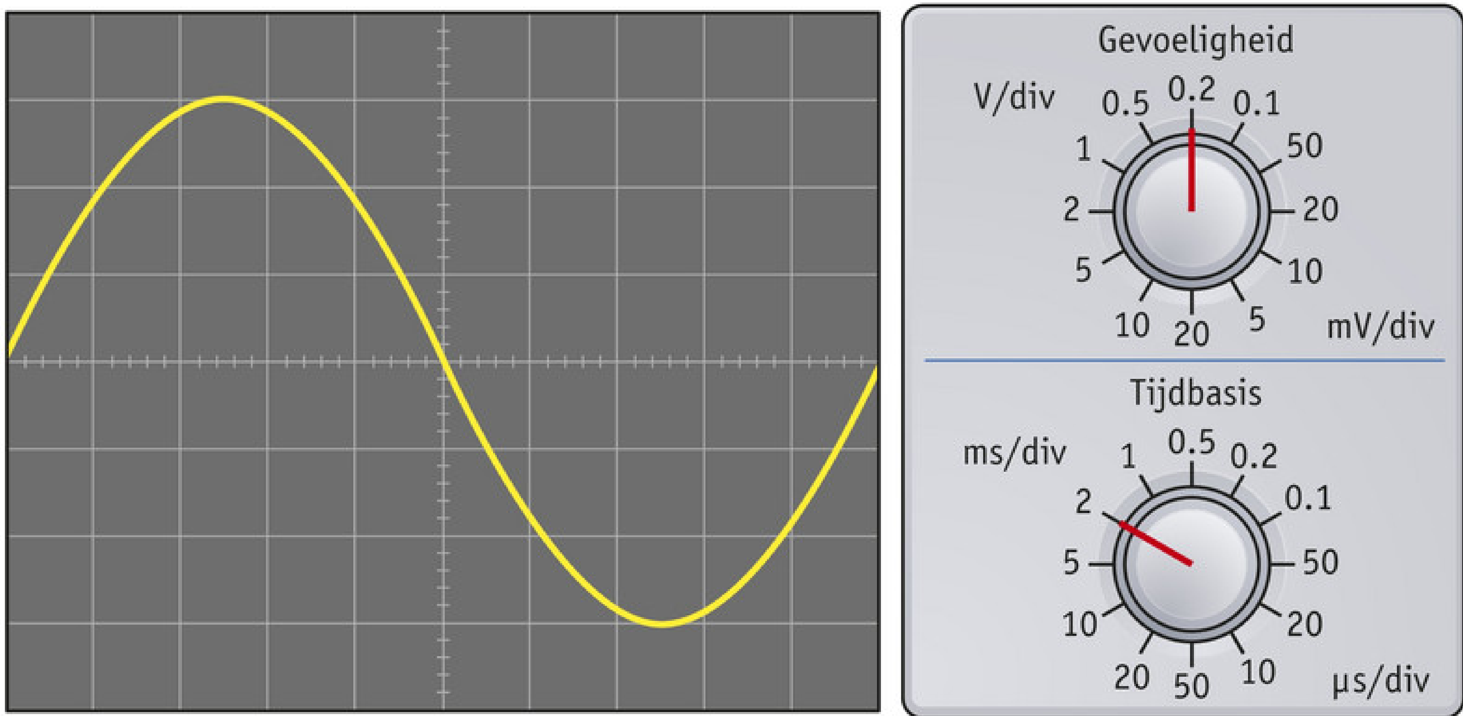
- de 'brom' van het lichtnet?

....

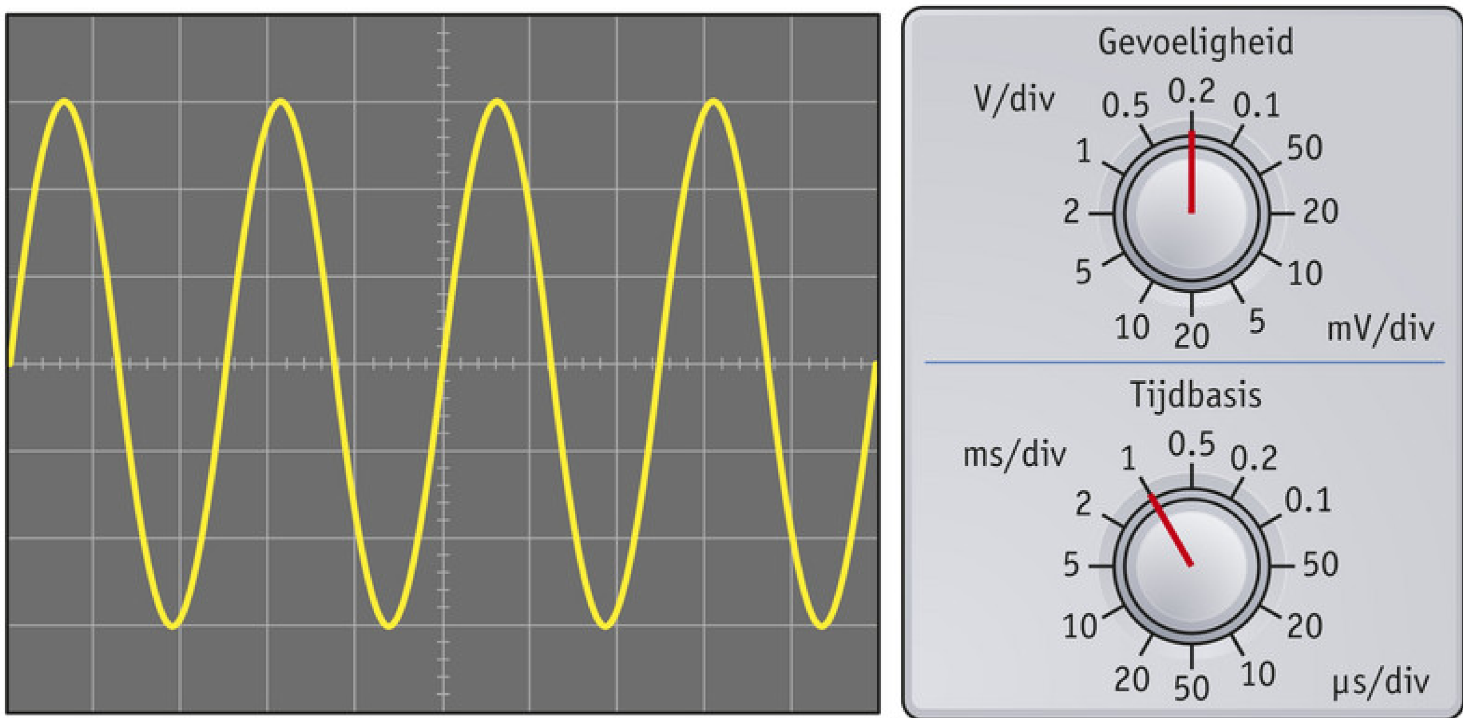
afbeelding 6 Welk oscilloscoopbeeld hoort bij welke toon?



a



b



c

★ 8 Op een website voor slechthorende mensen staat een bericht over rookmelders (afbeelding 7).

a In het bericht staat: “Rookmelders produceren meestal een hoogfrequent geluid.”
In welk frequentiegebied ligt dit geluid?

- ○ A tussen 0 en 20 Hz
- ○ B tussen 20 en 2000 Hz
- ○ C tussen 2000 en 20 000 Hz
- ○ D voorbij 20 000 Hz

b Volgens de onderzoekers zijn geluiden tussen 400 en 520 Hz ‘het meest effectief’.
Wat hebben de onderzoekers onderzocht om het meest effectieve geluid aan te kunnen wijzen?

....

....

c De onderzoekers vinden dat rookmelders een lagere alarmtoon moeten afgeven.
Welke twee argumenten geven ze daarvoor?

....

....

....

....

....

afbeelding 7 De frequentie van een alarmtoon kan van levensbelang zijn.

Rookmelders effectiever bij laagfrequente alarmtoon

Onderzoekers van de Victoria Universiteit in Australië hebben ontdekt dat rookmelders beter een lager geluid kunnen afgeven. Zo kunnen volgens de onderzoekers met de melders meer levens worden gered.
Rookmelders produceren meestal een hoogfrequent geluid. Dat voldoet prima als mensen wakker zijn. Echter, veel mensen horen dit hoogfrequente geluid niet als ze slapen. Van het normaliter gebruikte hoogfrequente geluid werd slechts 44% van de proefpersonen wakker, terwijl maar liefst 92% wakker werd van het laagfrequente geluid.
De onderzoekers laten in hun onderzoek zien dat geluiden met een frequentie tussen 400 en 520 Hz het meest effectief zijn. Dit geldt helemaal voor slechthorenden, die juist in de hoge frequenties niet meer goed horen.

bron: website van de Nederlandse Vereniging voor Slechthorenden

9 Bereken de trillingstijden van de volgende tonen in milliseconden.

a de laagste toon die je op een piano kunt spelen (27,5 Hz)

....

....

....

....

b de centrale C in het midden van het toetsenbord (261,6 Hz)

....

....

....

....

c de hoogste toon die je op een piano kunt spelen (4186 Hz)

....

....

....

....

★ 10

Sven bekijkt een signaal op een oscilloscoop (afbeelding 8). Hij ziet dat de tijdbasis niet goed is ingesteld.

a Op welke waarde staat de tijdbasis ingesteld? ....

b Leg uit of Sven een kortere of een langere tijd in beeld moet brengen.

....

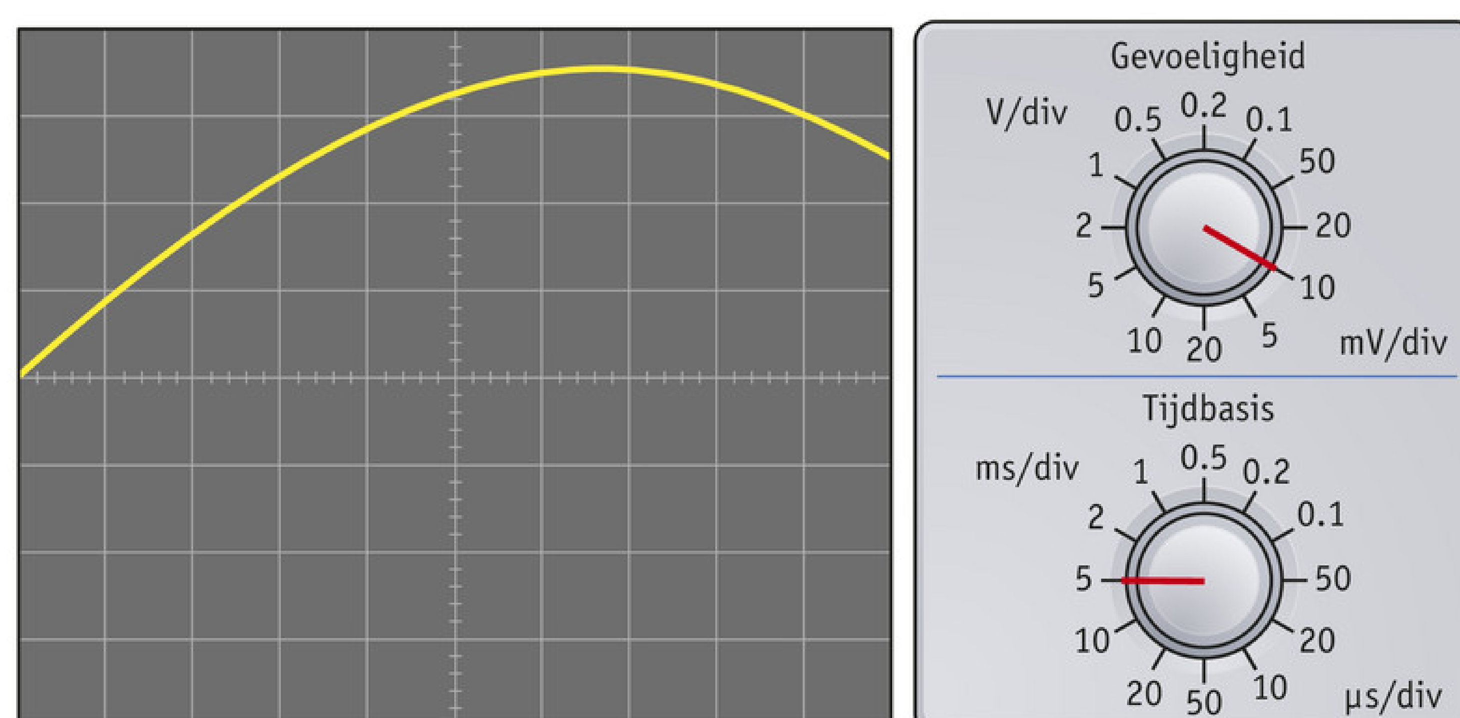
....

c Wat is een betere waarde voor de tijdbasis?

- ○ A 0,05 ms/div
- ○ B 0,5 ms/div
- ○ C 50 ms/div

d Sven stelt de tijdbasis in op de waarde die je bij opdracht c hebt gekozen.
Hoeveel trillingen zullen er dan op het scherm te zien zijn?

- ○ A 3 à 4 trillingen
- ○ B 5 à 6 trillingen
- ○ C 7 à 8 trillingen
- ○ D 9 à 10 trillingen



afbeelding 8 De tijdbasis is niet goed ingesteld.

11 Amina heeft een oscilloscoop aangesloten op een toongenerator. De toongenerator levert een signaal van 40 Hz. Amina stelt de tijdbasis in op 10 ms/div. Het scherm bestaat uit 10 hokjes.

a Bereken de trillingstijd van het signaal in milliseconden.

....

....

....

....

b Hoeveel tijd past er op het scherm?

....

....

c Hoeveel trillingen zijn er op het scherm te zien?

....

d Hoeveel trillingen zijn er op het scherm te zien als Amina de tijdbasis instelt op 5 ms/div?

....

....

....

....

12 Mara speelt viool. Voordat ze gaat spelen, stemt ze haar instrument. Ze gebruikt daarbij een stemapparaatje.
Mara strijkt de A-snaar aan. Het stemapparaat geeft dan 438 Hz aan.

a Bereken de trillingstijd van deze toon.

....

....

....

....

b De A-snaar moet eigenlijk een toon geven met een frequentie van 440 Hz.
Om de snaar in te stellen op 440 Hz moet Mara de snaar *strakker* / *minder strak* spannen.
Hierdoor zal de toon van de snaar *hoger* / *lager* zijn.

13 Gitaristen kunnen een gitaar bespelen met een slide (afbeelding 9). Dat is een glazen of metalen buisje dat je op de snaren legt, zonder ze in te drukken. De slide stopt de trillingen op de plaats waar hij de snaar raakt. Op die manier kun je het trillende gedeelte van de snaar korter maken, zonder dat je hem hoeft in te drukken.

a Je beweegt de slide in afbeelding 9 naar links.
- De lengte van de snaar wordt *groter* / *kleiner*.
- De toon klinkt dan *hoger* / *lager*.

b Je beweegt de slide in afbeelding 9 naar rechts.
- De lengte van de snaar wordt *groter* / *kleiner*.
- De toon klinkt dan *hoger* / *lager*.

c Gitaristen kunnen meteen horen dat een gitaar met een slide wordt bespeeld. Leg uit waaraan ze dat kunnen horen.

....

....

....

....

....



afbeelding 9 Gitaar spelen met een slide.

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

3 Geluidssterkte

LEERDOELEN

13.3.1 Je kunt uitleggen wat wordt bedoeld met de amplitude van een (geluids)trilling.
13.3.2 Je kunt een verband leggen tussen de amplitude van een trilling en de geluidssterkte.
13.3.3 Je kunt de amplitude van een elektrisch signaal aflezen op een oscilloscoopscherm.
13.3.4 Je kunt uitleggen hoe je de geluidssterkte kunt meten in de eenheden dB en dB(A).
13.3.5 Je kunt toelichten waarom de dB(A)-schaal wordt gebruikt om geluidshinder te meten.
13.3.6 Je kunt uitleggen wat wordt bedoeld met de gehoordrempel en met de pijngrens.
13.3.7 Je kunt rekenen met het verband tussen het aantal geluidsbronnen en de geluidssterkte.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN								
	13.3.1	13.3.2	13.3.3	13.3.4	13.3.5	13.3.6	13.3.7	13.2.1*	13.2.2*
Onthouden	1a	1b	5ab	2abd	2c	4abcd	3		
Begrijpen	9a	8ab, 14b	6abc, 9bcd	11a, 11c			13a	10c	
Toepassen					11b	12bc	13bc		10abd
Analyseren			7a			12a	14a	7b	

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

De sterkte van geluiden kan enorm verschillen. Kun je een voorbeeld geven van een geluid dat je nog net kunt horen? En van een geluid dat pijn doet aan je oren?

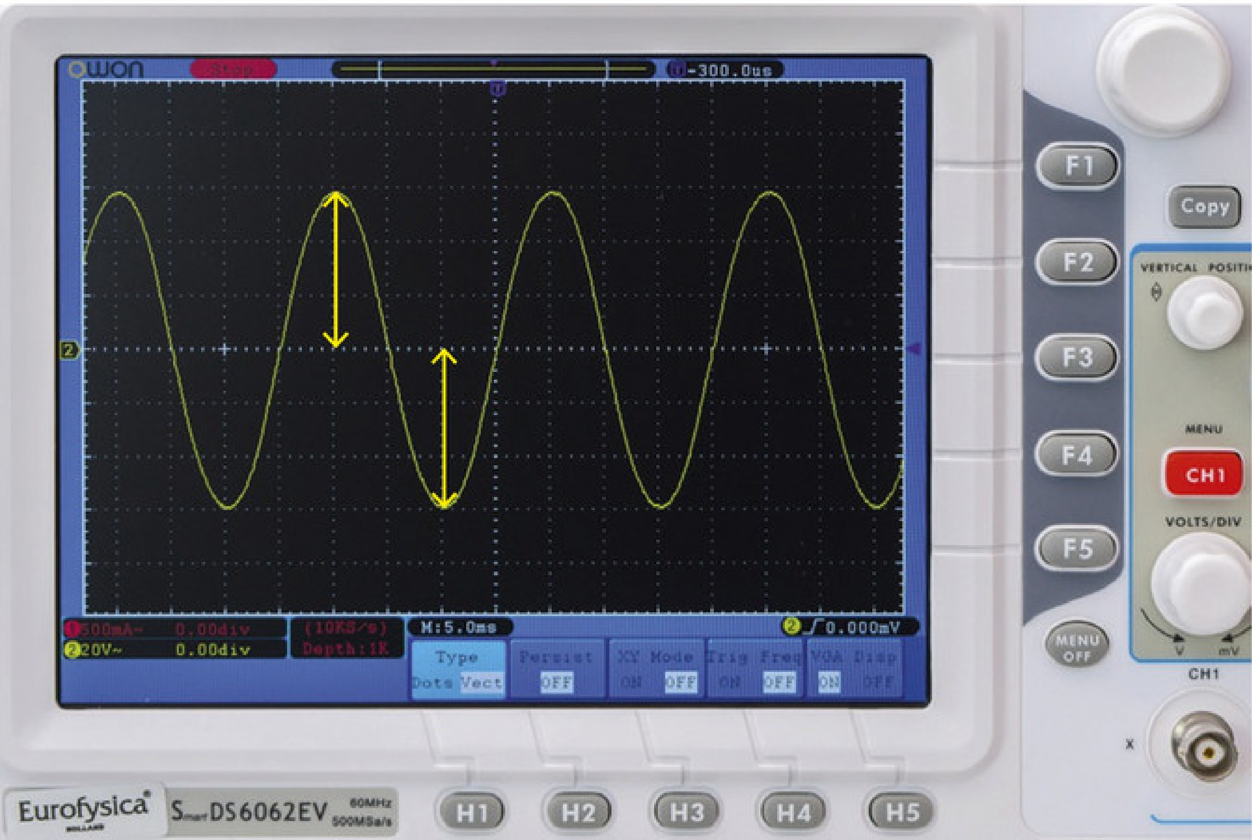
AMPLITUDE EN GELUIDSSTERKTE

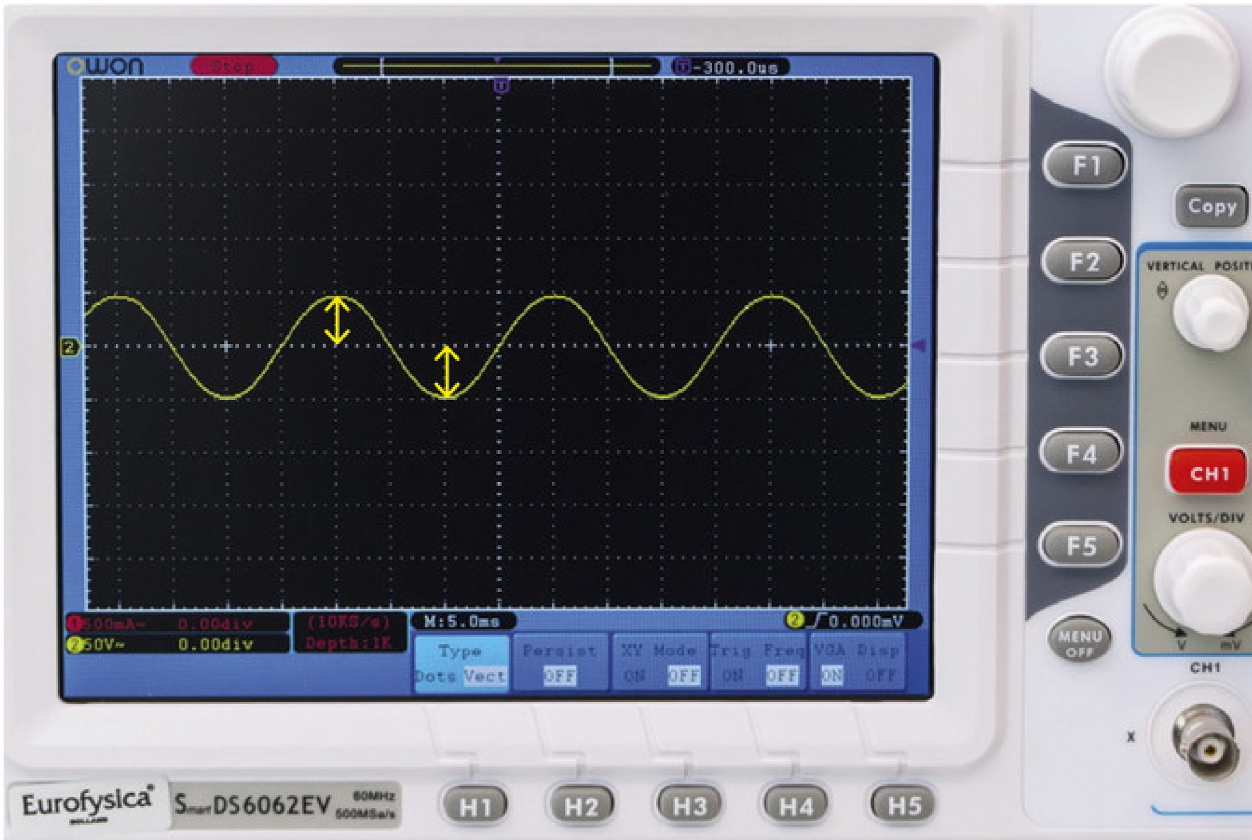
Als je een stemvork aanslaat, hoor je een toon die langzamerhand zachter wordt. De geluidssterkte neemt af doordat de benen van de stemvork steeds minder ver heen en weer bewegen. Hierdoor worden de drukverschillen in de lucht rond de stemvork steeds kleiner.

In afbeelding 1 zie je hoe een oscilloscoop de toon van een stemvork weergeeft. De foto van afbeelding 1a is meteen na het aanslaan van de stemvork gemaakt, de foto van afbeelding 1b enkele seconden later. Je ziet dat de drukverschillen in de lucht intussen duidelijk kleiner zijn geworden.

In afbeelding 1 is ook de grootste uitwijking van de trilling als een dubbele pijl ingetekend. Je noemt die grootste uitwijking de **amplitude**. Als de amplitude toeneemt, wordt het geluid luider. Maar het gaat niet gelijk op: een twee keer zo grote amplitude betekent niet dat het geluid ook twee keer zo luid is.

afbeelding 1 Verschillen in geluidssterkte.





DE AMPLITUDE BEPALEN

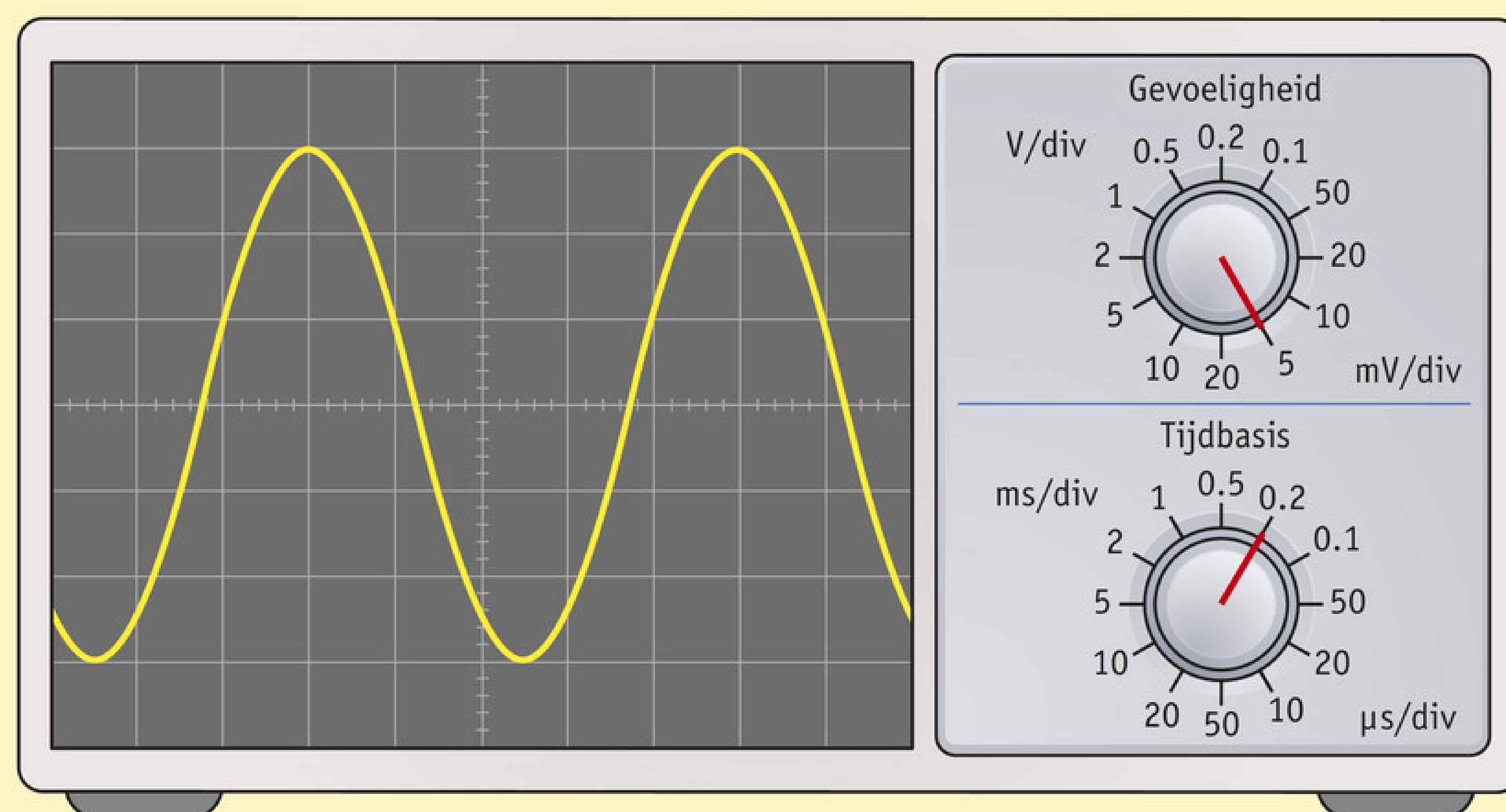
Met een oscilloscoop kun je het elektrisch signaal van een microfoon zichtbaar maken. Dit signaal is een spanning die steeds verandert. Je meet die spanning in millivolt (mV). De amplitude is in dit geval de grootste waarde die de spanning bereikt.

Je kunt de amplitude als volgt bepalen:
- Tel het aantal hokjes tussen de 'nullijn' en de grootste uitwijking.
- Kijk op welke gevoeligheid (in mV) de oscilloscoop is ingesteld.
- Bereken de amplitude (in mV) door beide gegevens te vermenigvuldigen.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Bepaal de amplitude van de trilling in afbeelding 2.

Uitwerking
Tussen de nullijn en de grootste uitwijking tel je 3 hokjes.
De gevoeligheid is ingesteld op 5 mV/div, dus 5 mV per hokje.
De amplitude is dus: 3 × 5 mV = 15 mV



afbeelding 2 Hoe groot is de amplitude van deze trilling?

DE GELUIDSSTERKTE METEN

PROEF 3

De eenheid van geluidssterkte is de **decibel** (dB). Je meet de geluidssterkte met een **decibelmeter**. Het aantal decibel zegt iets over de drukverschillen in de lucht. Als je weet hoe groot de drukverschillen zijn, kun je het aantal decibel berekenen.

De geluidssterkte in decibel komt niet altijd overeen met de geluidssterkte die mensen gevoelsmatig waarnemen. Dat komt doordat mensen lage en erg hoge tonen minder goed kunnen horen. Deze tonen lijken daardoor minder luid.

Een decibelmeter heeft daarom een filter dat de meter minder gevoelig maakt voor deze hoge en lage tonen. Als je dit **A-filter** inschakelt, vind je de geluidssterkte in **dB(A)**. De geluidssterkte in dB(A) geeft aan hoe luid het geluid voor mensen lijkt. Bij metingen van geluidshinder wordt daarom altijd de dB(A)-schaal gebruikt (afbeelding 3).

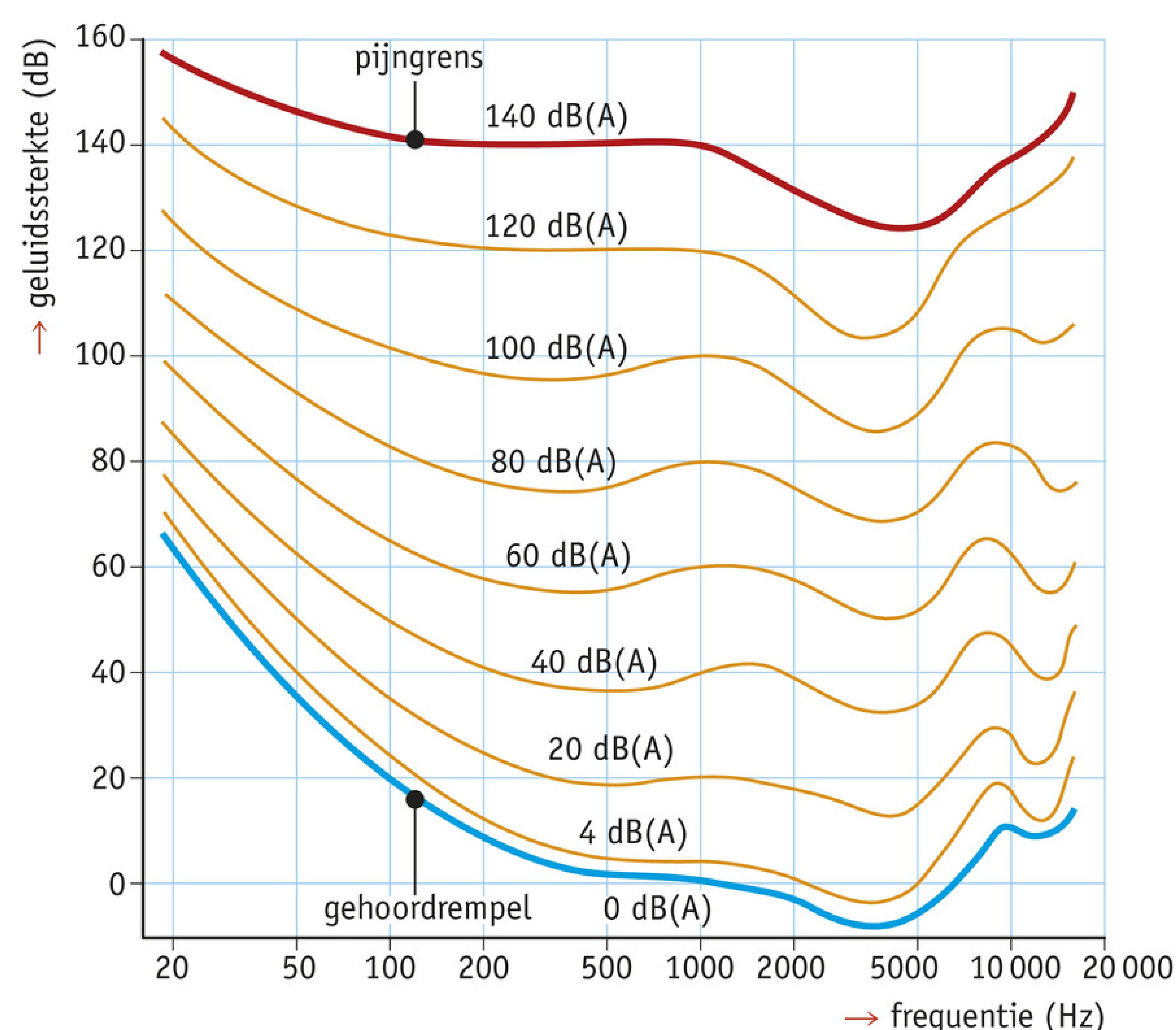


afbeelding 3 Een inspecteur meet de geluidssterkte in dB(A) op een industrieterrein.

GEHOORDREMPEL EN PIJNGRENS

In afbeelding 4 zie je wat het verschil is tussen de geluidssterkte in dB en in dB(A). Bij tonen van 1000 Hz verschilt de dB(A)-schaal niet veel van de dB-schaal. Een toon van 1000 Hz en 0 dB heeft ook in de dB(A)-schaal een waarde van 0 dB(A). Bij lage en bij heel hoge tonen is de geluidssterkte in dB(A) lager dan de geluidssterkte in dB. Een toon van 50 Hz en 38 dB is op de dB(A)-schaal maar 0 dB(A).

De lijn die overeenkomt met 0 dB(A) noem je de **gehoordrempel**. Boven de gehoordrempel kun je geluiden wel horen, onder de gehoordrempel hoor je geluiden niet. De lijn die overeenkomt met 140 dB(A), heet de **pijngrens**. Boven deze grens doet geluid pijn aan je oren. Zie *BINAS* tabel 28 *Gehoorgevoeligheid*.

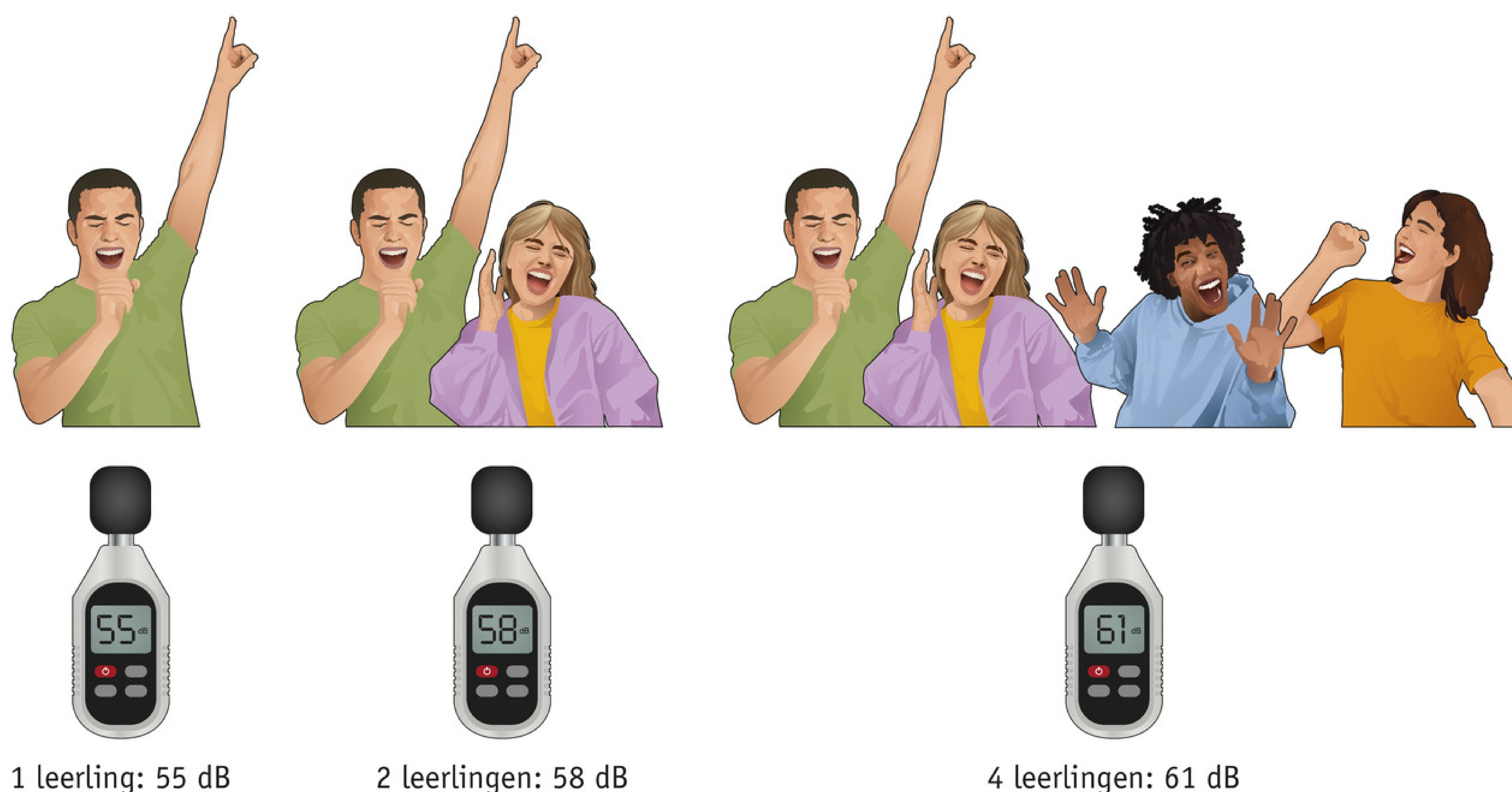


afbeelding 4 Het verband tussen dB en dB(A).

REKENEN MET DECIBEL

Met de decibelschaal is iets bijzonders aan de hand. Dit merk je als je in een muzieklokaal de geluidssterkte meet. Als één leerling zingt, schommelt de geluidssterkte rond de 55 dB (afbeelding 5). Als 32 leerlingen zingen, zou je verwachten dat de geluidssterkte 32 keer zo groot wordt. Maar dat is niet zo: je meet slechts een geluidssterkte van 70 dB.

afbeelding 5 Zo neemt de geluidssterkte toe, als je het aantal geluidsbronnen verdubbelt.



Als het aantal geluidsbronnen 32 keer zo groot wordt, heb je 32 keer zo veel geluidsenergie. Toch wordt de geluidssterkte niet 32 keer zo groot. Hoe groot de geluidssterkte wel wordt, kun je berekenen met de volgende rekenregel:

Als het aantal geluidsbronnen verdubbelt, neemt de geluidssterkte toe met 3 dB.

Dus:

1 leerling	55 dB
2 leerlingen	58 dB
4 leerlingen	61 dB
8 leerlingen	64 dB
16 leerlingen	67 dB
32 leerlingen	70 dB

Deze rekenregel geldt alleen voor geluidsbronnen die (ongeveer) evenveel geluid maken, zoals leerlingen die allemaal (ongeveer) even hard zingen.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a De grootste .... van een .... noem je de amplitude.

b Als de amplitude van een geluidstrilling ...., wordt het geluid luider.

2 **a** Wat is de eenheid van geluidssterkte?

○ A dB
○ B Hz
○ C mV

b Je meet de geluidssterkte met een *decibelmeter* / *stemvork*.

c Wat is de functie van een A-filter?

○ A Dit filtert alleen de hoge tonen.
○ B Dit filtert alleen de lage tonen.
○ C Dit filtert de hoge en de lage tonen.

d Wat geeft de geluidssterkte in dB(A) aan?

○ A hoe luid het geluid in werkelijkheid is
○ B hoe luid het geluid voor dieren lijkt
○ C hoe luid het geluid voor mensen lijkt

3 Het aantal geluidsbronnen verdubbelt.
Wat gebeurt er met de geluidssterkte?

○ A Die neemt toe met 3 dB.
○ B Die neemt toe met 6 dB.
○ C Die neemt af met 3 dB.
○ D Die neemt af met 6 dB.

4 Vul in.

a De gehoordrempel is de lijn die overeenkomt met .... dB(A).

b De pijngrens is de lijn die overeenkomt met .... dB(A).

c Geluiden .... de gehoordrempel hoor je wel.

d Geluiden .... de pijngrens doen pijn aan je oren.

5 Als je een meting doet met een oscilloscoop, stel je eerst de tijdbasis en de gevoeligheid in.

a Op welke eenheid stel je de tijdbasis in?

○ A ms
○ B div
○ C ms/div
○ D div/ms

b De gevoeligheid van een bepaalde oscilloscoop stel je in op 5 mV/div.
Wat houdt dit in?

○ A 5 mV per hokje
○ B 10 mV per hokje
○ C 5 V per hokje

TOEPASSING

6 Als je een meting doet met een oscilloscoop, stel je eerst de tijdbasis en de gevoeligheid in. Dat doe je met de twee knoppen die in afbeelding 6 staan afgebeeld.

a De tijdbasis in afbeelding 6a staat ingesteld op ....

en de gevoeligheid op ....

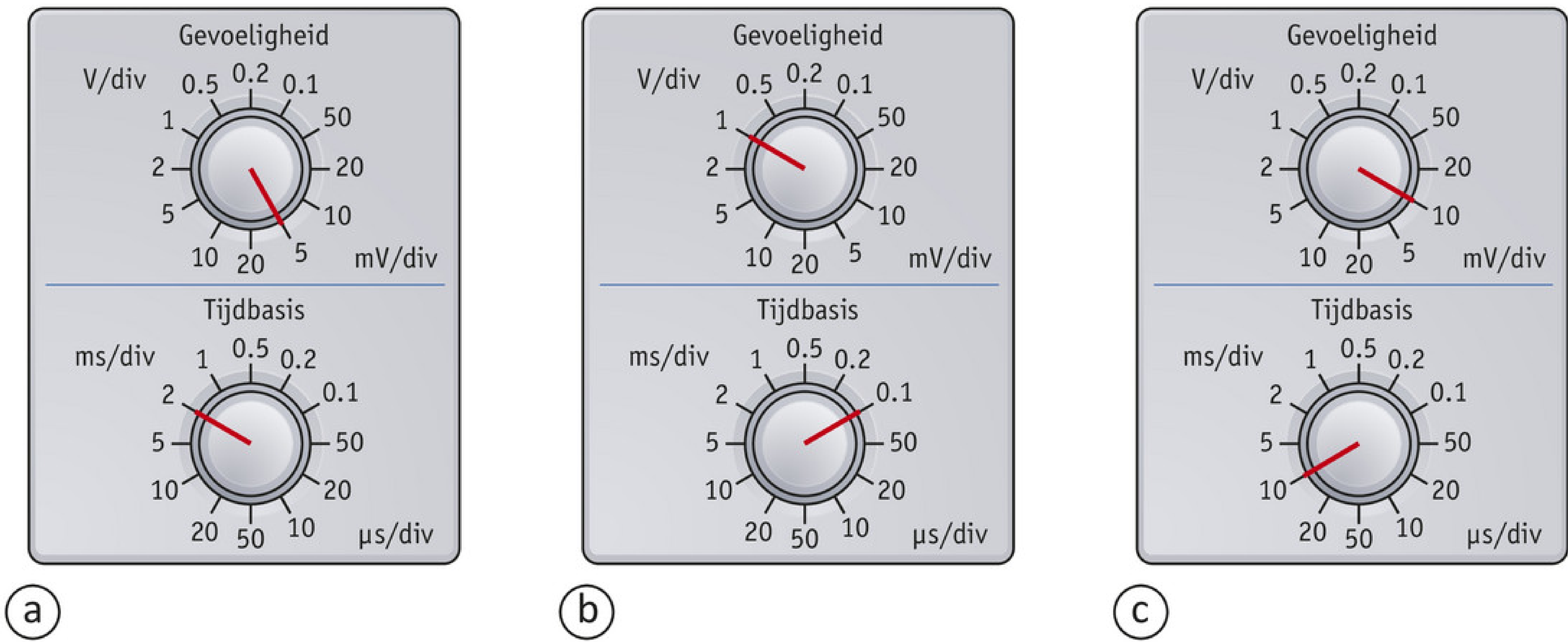
b De tijdbasis in afbeelding 6b staat ingesteld op ....

en de gevoeligheid op ....

c De tijdbasis in afbeelding 6c staat ingesteld op ....

en de gevoeligheid op ....

afbeelding 6 Met deze twee knoppen stel je de tijdbasis en de gevoeligheid in.

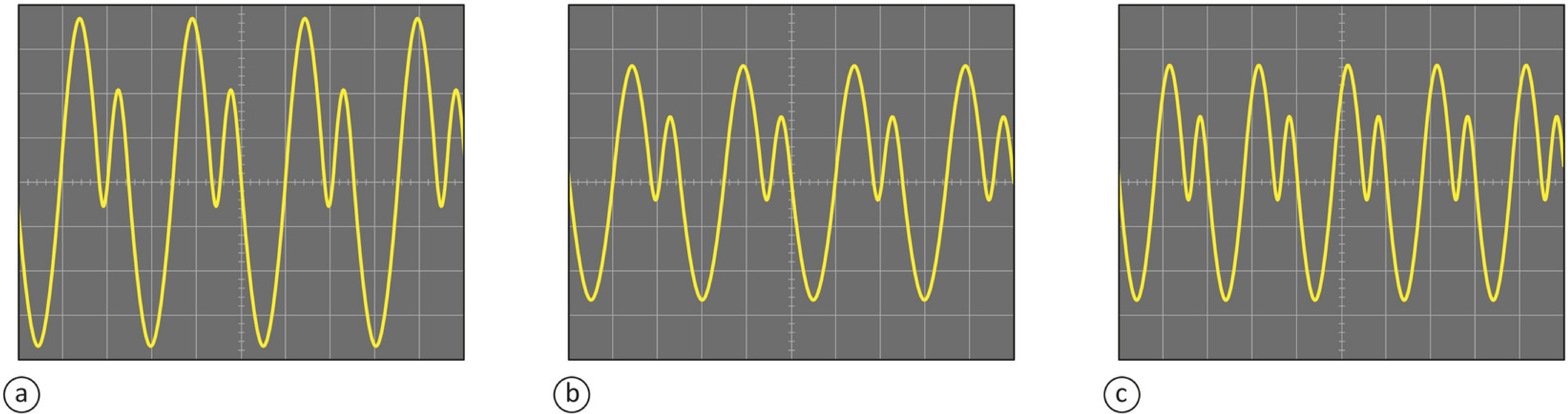


7 In afbeelding 7 zie je drie verschillende tonen. De tijdbasis en de gevoeligheid zijn steeds op dezelfde waarde ingesteld.

a Oscilloscoopbeeld *a* / *b* / *c* hoort bij de luidste toon.

b Oscilloscoopbeeld *a* / *b* / *c* hoort bij de hoogste toon.

afbeelding 7 Oscilloscoopbeelden van drie verschillende tonen.



8 Andreas doet een geluidsproef met een computer en een microfoon. Hij zet de microfoon vlak voor een stemvork. Daarna slaat hij de stemvork aan. Terwijl de toon klinkt, maakt hij drie keer een korte opname van het geluid.
Andreas maakt screenshots van de geluidsopnamen (afbeelding 8) en slaat deze op. Hij vergeet alleen te noteren in welke volgorde hij de opnamen heeft gemaakt.

a In welke volgorde zijn de opnamen in afbeelding 8 gemaakt?

....

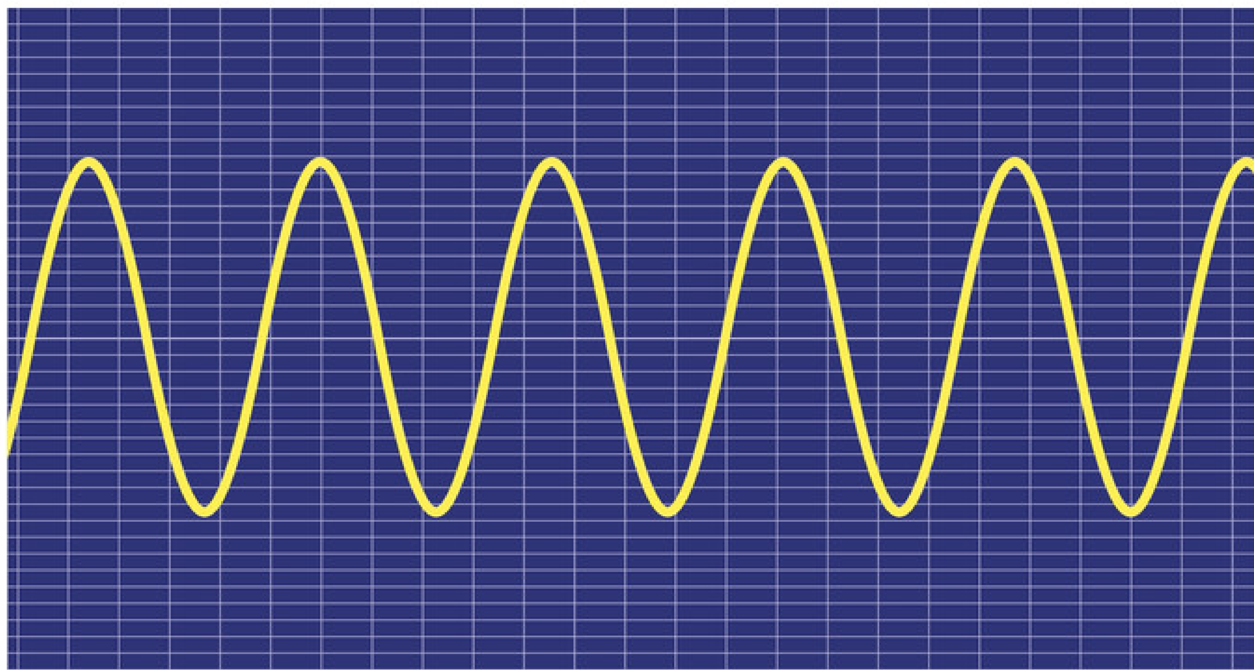
b Waaraan zie je dat?

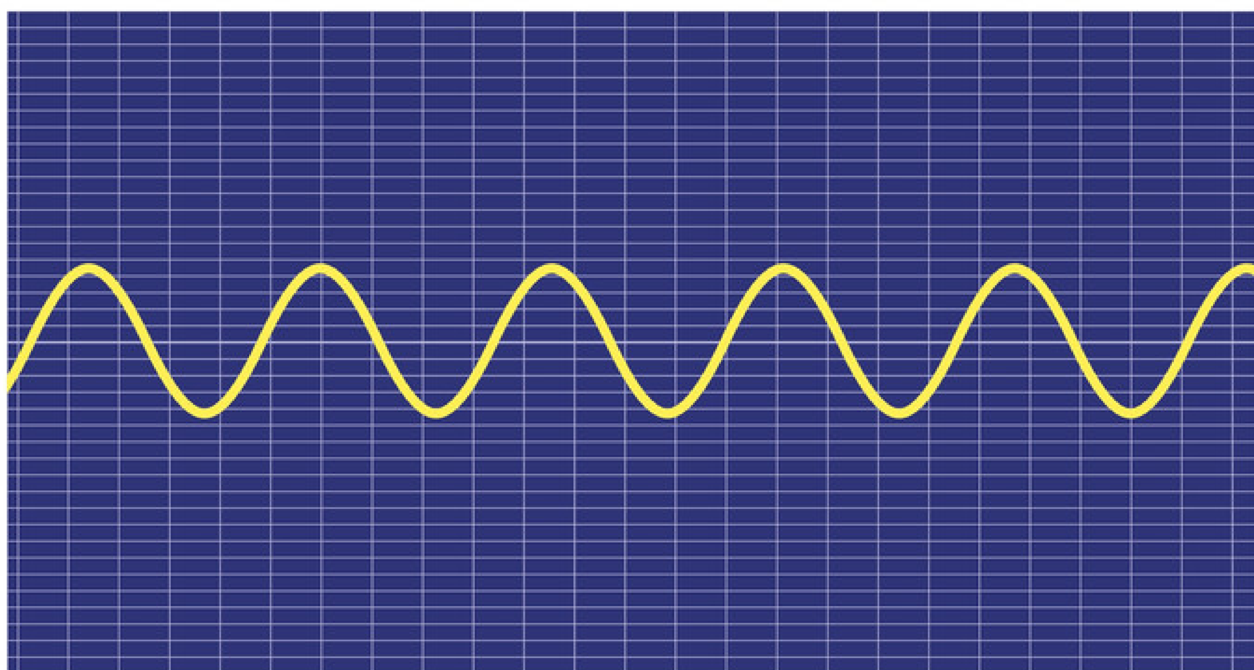
....

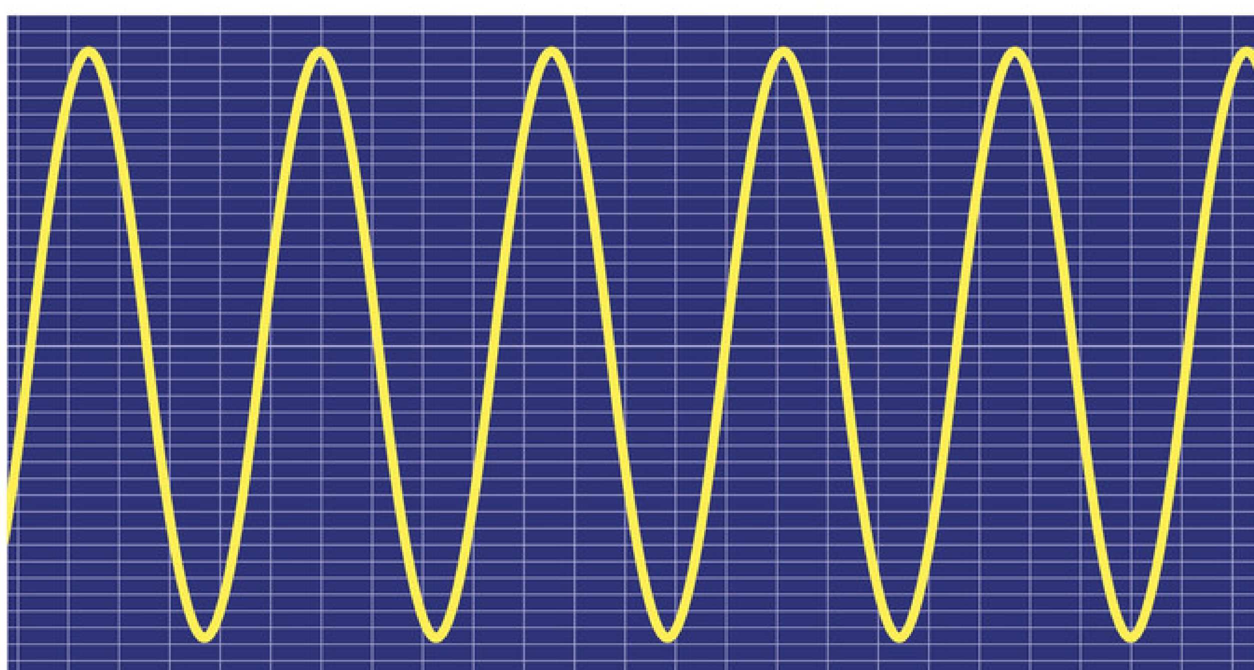
....

....

afbeelding 8 De geprinte geluidsopnamen van Andreas.


a


b


c

9 Lydia heeft een toongenerator aangesloten op een oscilloscoop. In afbeelding 9 zie je hoe het scherm van de oscilloscoop er bij twee van haar proeven uitzag.

a De trilling van afbeelding *9a* / *9b* lijkt de grootste amplitude te hebben als je alleen kijkt naar het oscilloscoopbeeld.

b Lydia heeft de oscilloscoop van afbeelding 9a ingesteld op .... V/div.

Dit betekent dat .... hokje in de hoogte staat voor ....

De amplitude is .... hokjes hoog. De grootte van de amplitude (in V)

is dus .... × .... = ...

c Lydia heeft de oscilloscoop van afbeelding 9b ingesteld op .... V/div.

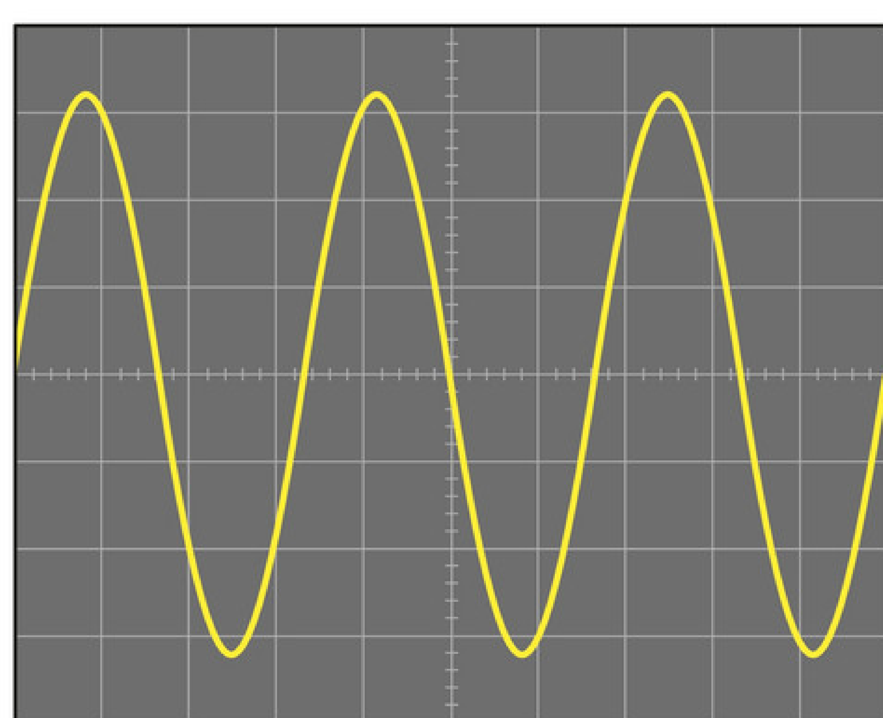
Dit betekent dat .... hokje in de hoogte staat voor ....

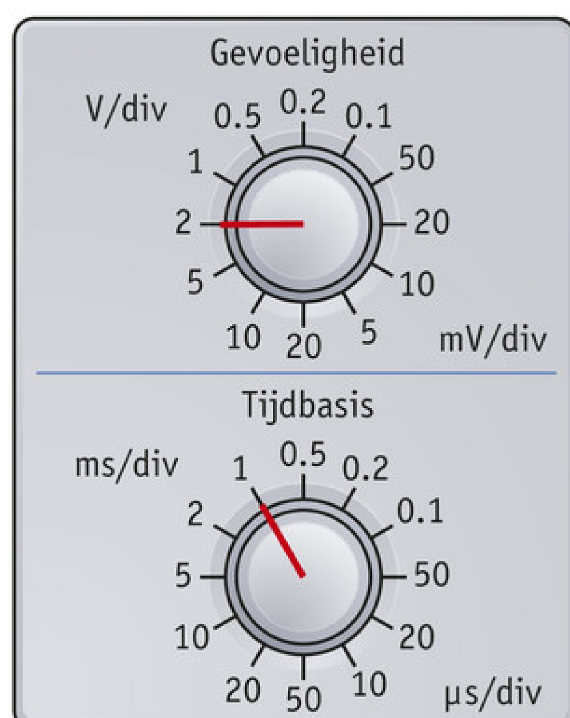
De amplitude is .... hokjes hoog. De grootte van de amplitude (in V)

is dus .... × .... = ...

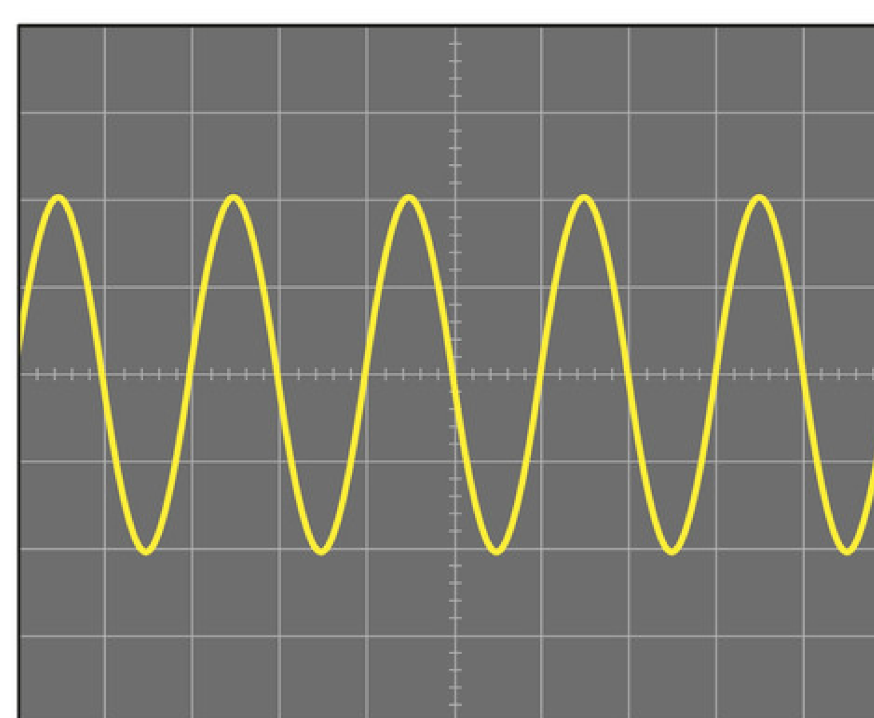
d De trilling van afbeelding *9a* / *9b* had dus de grootste amplitude.

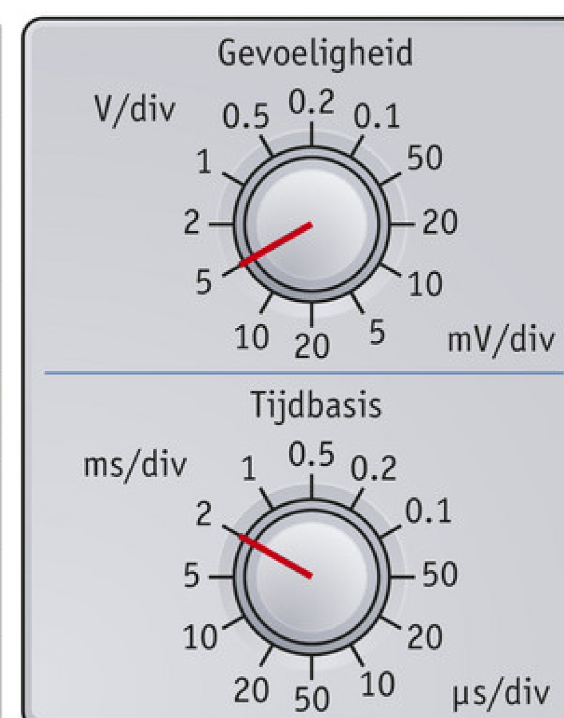
afbeelding 9 Het signaal op Lydia's oscilloscoop.





a





b

10 In afbeelding 9a van opdracht 9 zie je dat de tijdbasis is ingesteld op 1 ms/div.

a Wat betekent '1 ms/div'?

....

....

b Bekijk afbeelding 9a.

Drie volledige trillingen zijn .... hokjes breed. De trillingstijd is

dus $\frac{\text{.....................}}{\text{.....................}}$ = ... ms.

c Hoeveel is dat in seconden?

Dat is .... s.

d Bereken de frequentie van de toon.

....

....

....

....

11 Op het energielabel van een vaatwasser staat ook hoeveel geluid het apparaat produceert. De fabrikant moet deze geluidssterkte meten volgens een vaste methode. In afbeelding 10 zie je een decibelmeter waarmee zo'n meting wordt uitgevoerd.

a Waaraan kun je zien dat bij deze meting het A-filter is gebruikt?

....

....

b Waarom moet het A-filter bij deze meting worden ingeschakeld?

....

....

....

....

c Hoe groot is de geluidssterkte die de decibelmeter aangeeft? ....



afbeelding 10 Meten met een decibelmeter.

Werken als geluidstechnicus — beroep



Allard (34) werkt als geluidstechnicus bij een poppodium. Hij stelt de geluidsapparatuur op in de ruimte en bedient deze ook. Uiteindelijk zorgt hij ervoor dat iedereen van een fijn concert kan genieten. “Je bent veel bezig met technische dingen,” vertelt hij. “Maar het is ook afwisselend werk, want ik kom ook in aanraking met de artiesten als ik bezig ben met het testen van het geluid.” Allard vertelt dat hij een mbo-opleiding Podium- en evenemententechnicus geluid (niveau 3) heeft gedaan. “Het was een fijne opleiding, met veel praktijk. Je leert een aantal dagen per week alle kneepjes van het vak bij een bedrijf. En ik ging één dag per week naar school. Zo kon ik direct alle kennis vanuit school toepassen in de praktijk, wat erg fijn was.”

★ 12 Lees de tekst ‘Werken als geluidstechnicus’.
Allard laat eens in de zoveel tijd zijn gehoor testen in verband met zijn werk. Via een koptelefoon moet hij steeds naar tonen luisteren. Eerst onhoorbaar zacht, daarna steeds luider. Het geluidsniveau waarbij Allard de toon voor het eerst hoort, geeft de tester in de grafiek aan met een punt. Dit herhaalt de tester bij een aantal frequenties. Daarna worden de punten met rechte lijnen verbonden. In afbeelding 11 zijn de grafieken van de test afgebeeld.

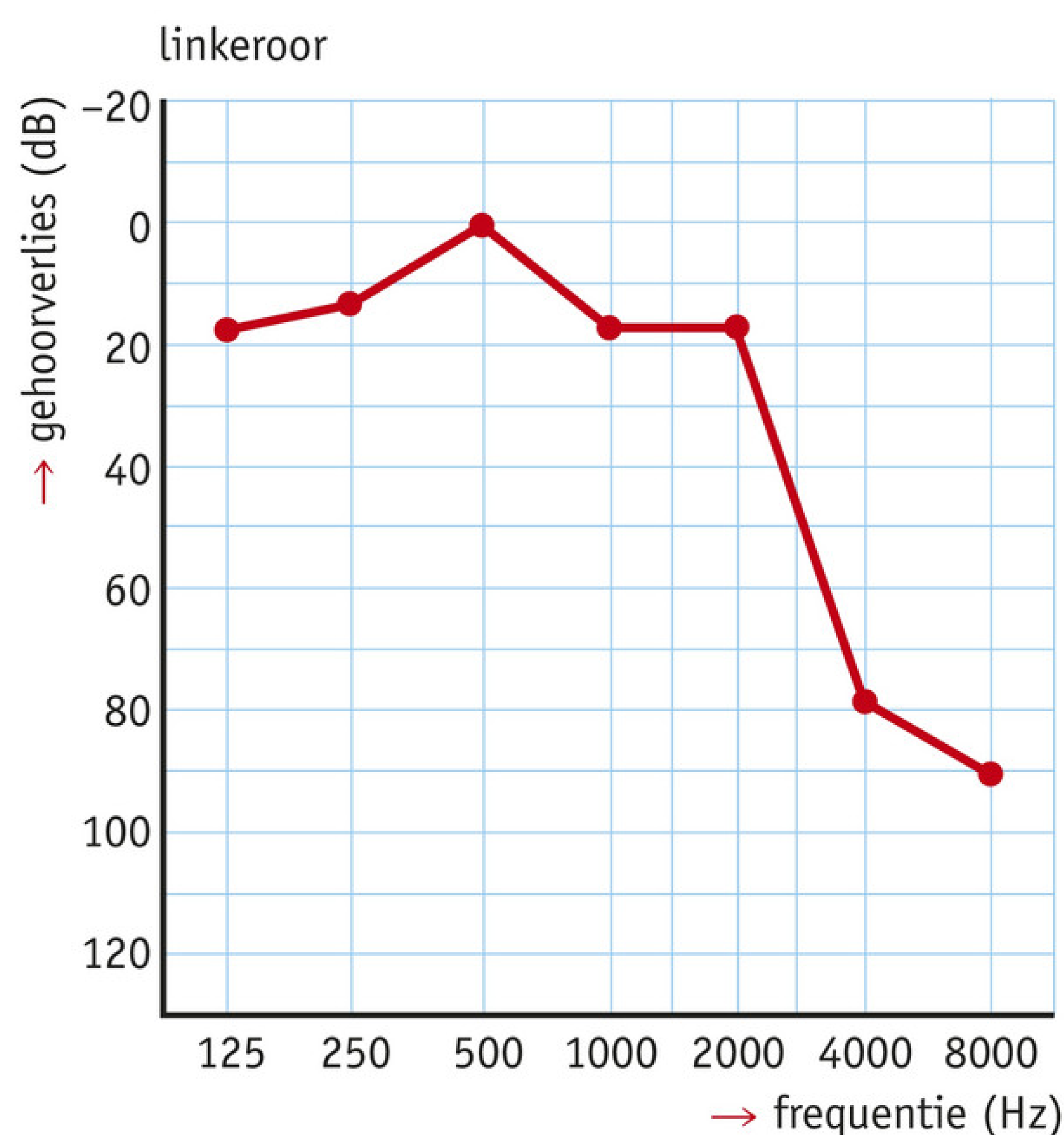
a Allard kan beter *hoge* / *lage* tonen horen.

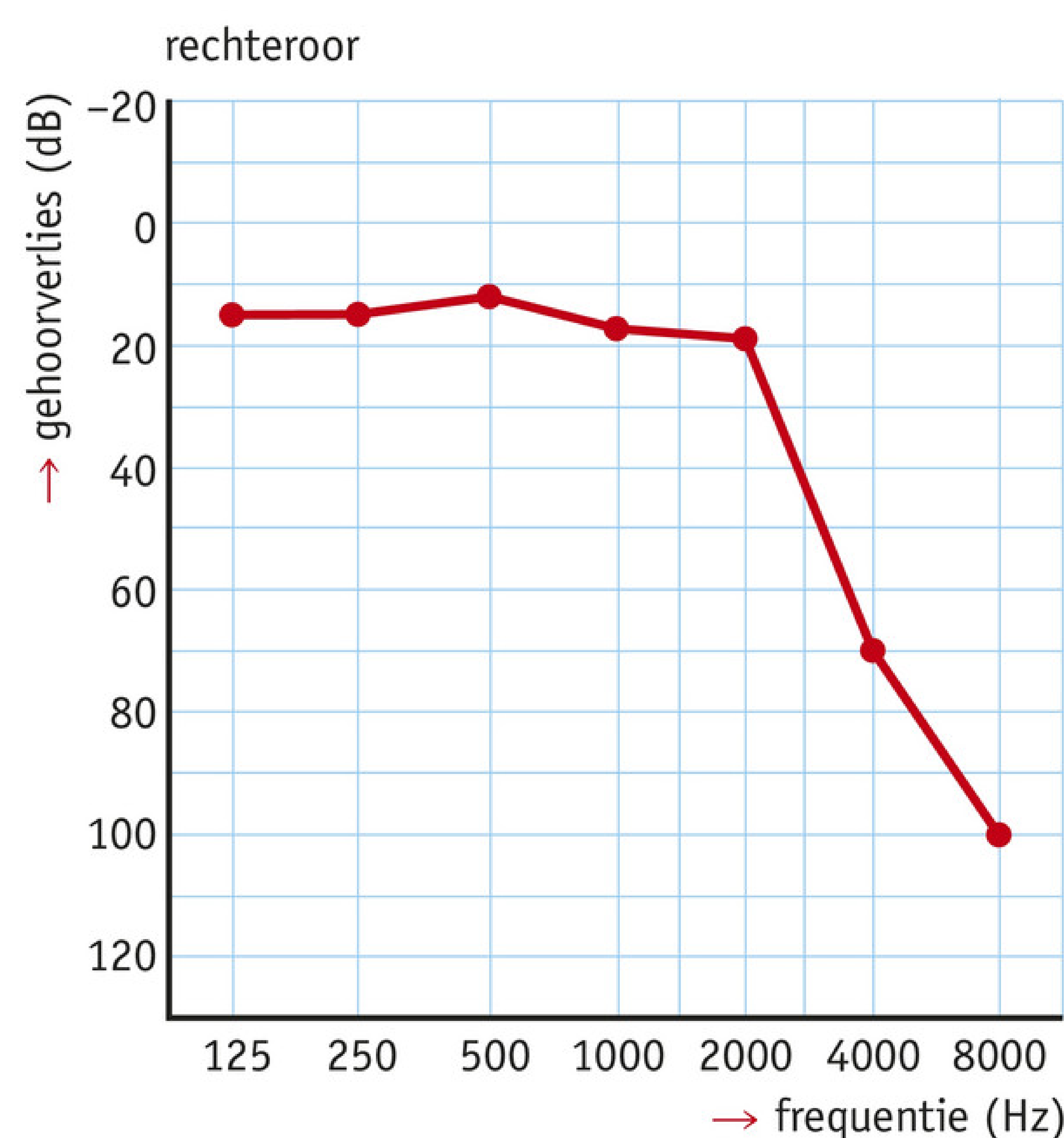
b Voor welke tonen heeft hij een groot gehoorverlies?

....

....

c Wat kun je uit de grafiek in afbeelding 11 aflezen over het gehoor van Allard?
- ○ A waar de gehoordrempel ligt
- ○ B waar de pijngrens ligt
- ○ C hoe groot het frequentiebereik is





afbeelding 11 De uitslag van Allards gehoortest.

13 In een popkoor zitten 64 persoon. Ze zingen een lied. De geluidssterkte van één zanger is 55 dB. Elke zanger zingt even hard.

a Als je het aantal zangers verdubbelt, neemt de geluidssterkte .... met ....

b Eén zanger produceert een geluid van .... dB.

Twee zangers produceren een geluid van .... = ... dB.

c Vul tabel 1 verder in.

tabel 1 De geluidssterkte van een koor.

1 zanger	
2 zangers	
4 zangers	
8 zangers	
16 zangers	
32 zangers	
64 zangers	

★ 14 Een motorrijder rijdt met een snelheid van 70 km/h op de invoegstrook van een snelweg. Hij geeft gas tot hij de maximaal toegestane snelheid van 130 km/h heeft. In tabel 2 zie je de windruis onder de motorhelm bij verschillende snelheden.

a Bereken hoeveel keer zo luid het geluid onder de helm van de motorrijder wordt.

....

....

....

....

b Bij weinig windruis is de *amplitude* / *trillingstijd* van de windruis *groter* / *kleiner* dan bij veel windruis.

tabel 2 Windruis onder een motorhelm bij verschillende snelheden.

snelheid (km/h)	windruis (dB)
70	89
85	91
100	94
115	97
130	101

 Test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Geluidshinder

LEERDOELEN

13.4.1 Je kunt drie soorten maatregelen noemen die de overheid neemt tegen geluidshinder.
13.4.2 Je kunt van elke soort maatregel tegen geluidshinder een praktisch voorbeeld geven.
13.4.3 Je kunt uitleggen welke soorten materiaal je nodig hebt om geluid te absorberen of te weerkaatsen.
13.4.4 Je kunt uitleggen van welke twee dingen het afhangt of er gehoorschade ontstaat.
13.4.5 Je kunt twee manieren noemen om je gehoor te beschermen in een lawaaiige omgeving.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN							
	13.4.1	13.4.2	13.4.3	13.4.4	13.4.5	13.1.1*	13.2.4*	13.3.5*
Onthouden		2abc	3ab, 4	1abc	5			
Begrijpen		8c	6b	8b	7ab	6a	10a	9a
Toepassen	12			8a, 9b, 10b, 11			10c	
Analyseren					7c			

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Henk heeft z'n oortjes afgesteld op 90 dB. Dat is even luid als een trein die op 25 meter afstand langsrijdt. Wat denk jij, zou het geluid meteen schadelijk voor Henks gehoor zijn? En na verloop van tijd?

HINDERLIJK GELUID

Geluid kan heel hinderlijk zijn. Het is wel zo dat niet alle mensen daar even gevoelig voor zijn. Het geraas van verkeer, lawaai van vliegtuigen en geluidsoverlast van de buren ervaren veel mensen als hinderlijk.

Tegen geluidshinder kun je op verschillende manieren iets doen. In Nederland maakt de overheid onderscheid tussen drie soorten maatregelen: bij de bron, in de overdracht en bij de ontvanger.

BIJ DE BRON

Om te beginnen kun je ervoor zorgen dat de geluidsbron minder lawaai produceert. Daarom worden snelwegen vaak geasfalteerd met geluidsarm asfalt. Soms is het mogelijk om het verkeer om te leiden of de rijsnelheid te beperken. Auto's kunnen een (elektrische) motor krijgen die minder geluid maakt. Bouwers van vliegtuigen moeten er ook voor zorgen dat hun vliegtuigmotoren zo weinig mogelijk lawaai maken.

IN DE OVERDRACHT

Als het niet lukt om de hoeveelheid geluid te beperken, kun je proberen om het geluid onderweg naar de ontvanger tegen te houden. Wegenbouwers brengen daarom langs snelwegen bij beperkte ruimte geluidsschermen of bij meer ruimte geluidswallen aan (afbeelding 1). Je kunt er ook voor kiezen om kantoren langs de snelweg te bouwen, als daar genoeg ruimte beschikbaar is. Zo'n kantoorgebouw houdt het geluid ook tegen.

BIJ DE ONTVANGER

Als andere maatregelen niet genoeg helpen, moet je maatregelen nemen bij de ontvanger. Je zorgt er dan voor dat het geluid minder gemakkelijk de huizen kan binnenkomen. Huizen die dicht bij een vliegveld of een weg staan, kun je bijvoorbeeld extra goed isoleren. Daardoor hebben de bewoners minder last van de herrie buiten, zolang ze de deuren en ramen maar goed dichthouden.



afbeelding 1 Hier zijn maatregelen in de overdracht genomen.

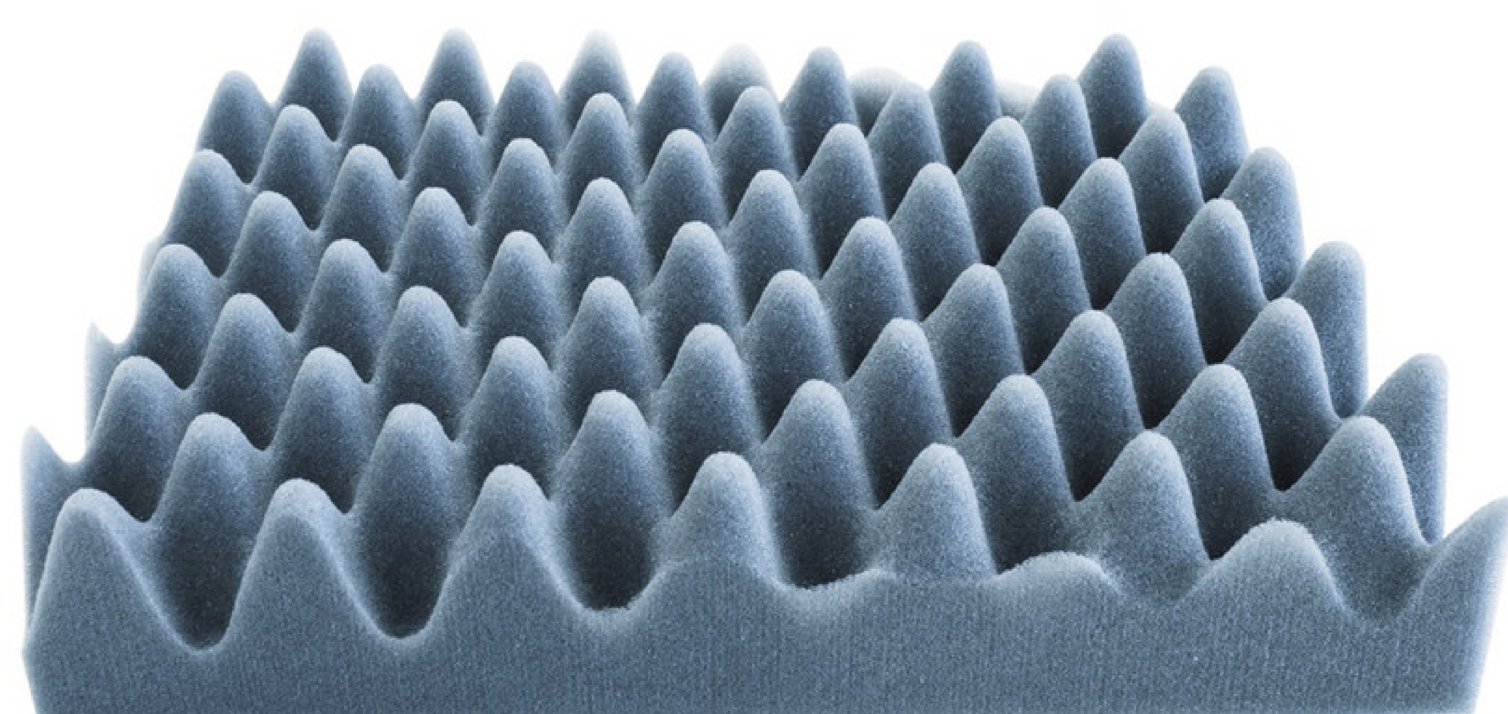
GELUIDSISOLATIE

Geluidshinder wordt vaak bestreden met **geluidsisolatie**. Een dikke laag isolatiemateriaal helpt niet alleen tegen warmteverlies, maar houdt ook geluid tegen. De geluidshinder vermindert ook als je gewoon dubbelglas vervangt door 'superisolerend' hr++-glas of hr+++-glas.

Als een machine op een harde vloer staat, kan ze de vloer makkelijk in trilling brengen. De trillingen kunnen door de vloeren en muren alle kanten op bewegen. Dit kan veel geluidshinder veroorzaken. Je kunt de machine van de vloer isoleren door haar op rubberen doppen te zetten. Het rubber dempt de trillingen. De trillingen in de vloer worden daardoor veel zwakker.

ABSORBEREN EN TERUGKAATSEN

Geluid kun je laten verdwijnen in een geluiddempend materiaal. Het geluid wordt dan **geabsorbeerd** door het materiaal. Materiaal dat geluid moet absorberen, is zacht en heeft een ribbelig oppervlak (afbeelding 2). Daarom wordt nopjesschuim veel als geluidsisolerend materiaal gebruikt. Ook een dikke aarden wal langs de snelweg is een voorbeeld van een geluidsabsorberende maatregel.



afbeelding 2 Geluidsabsorberend materiaal.

Soms is er niet genoeg ruimte voor een dikke aarden geluidswal. In zo'n geval is een **geluidsscherm** een goede oplossing. Zo'n scherm kaatst het geluid terug, net zoals een spiegel licht weerkaatst. Vaak wordt een geluidsscherm schuin neergezet, om het geluid schuin omhoog (of schuin omlaag) te weerkaatsen. Materiaal dat geluid moet terugkaatsen, is hard en heeft een glad oppervlak.

SCHADELIJK GELUID

Harde geluiden kunnen je gehoor beschadigen. Vanaf 80 dB is er kans op gehoorschade. Hoe groter de geluidssterkte, des te groter is de kans dat je gehoor wordt beschadigd (afbeelding 3). Geluid van 120 dB is veel schadelijker dan geluid van 90 dB.



afbeelding 3 Hard geluid is niet alleen onaangenaam; het is ook schadelijk.

Of je gehoor schade oploopt, hangt niet alleen af van de geluidssterkte. Ook de tijdsduur is van belang. Daarom is voor elk geluidsniveau een maximale luistertijd vastgesteld. Zolang je daarbinnen blijft, loopt je gehoor weinig risico. Geluid van 85 dB kan je gehoor 8 uur lang verdragen, maar bij 100 dB is dat nog maar 2 uur. Zie *BINAS* tabel 30 *Maximale blootstellingsduur*.

Je kunt het volume van je oortjes zelf regelen. Maar mensen die met lawaaierige machines werken, kunnen het geluid niet zomaar zachter zetten. Daarom moeten zij goed sluitende **oorkappen** of oordopjes dragen (afbeelding 4). Het geluid dat hun oren bereikt, wordt daardoor een stuk zwakker. Bezoekers van festivals dragen vaak oordopjes om het geluid te verzwakken.

Omdat je gehoor heel langzaam achteruitgaat, merk je dat in het begin niet. Op het moment dat je het wel merkt, is het meestal al te laat; het gehoor is dan al blijvend beschadigd. Als je je gehoor wilt beschermen, kun je daar het best tijdig mee beginnen, als er nog geen schade is.



afbeelding 4 Oorkappen beschermen je gehoor.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Harde geluiden kunnen je gehoor beschadigen.

a Vanaf welke geluidssterkte is er kans op gehoorbeschadiging?
- ○ A vanaf 60 dB
- ○ B vanaf 70 dB
- ○ C vanaf 80 dB

b Van welke factoren hangt het af of je gehoorschade oploopt?
- ○ A van de geluidssterkte én de soort geluidsbron
- ○ B van de geluidssterkte én de tijdsduur dat je aan het geluid blootstaat
- ○ C van de tijdsduur dat je aan het geluid blootstaat én de soort geluidsbron

c Wanneer start je met het dragen van gehoorbescherming?
- ○ A als je gehoor al blijvend beschadigd is
- ○ B als je gehoor nog niet beschadigd is
- ○ C als je een aantal uur bent blootgesteld aan hard geluid

2 Tegen geluidshinder kun je verschillende maatregelen nemen.
Geef een voorbeeld van zo'n maatregel:

a bij de bron

....

....

....

b in de overdracht

....

....

c bij de ontvanger

....

....

3 Noteer twee eigenschappen van een materiaal:

a dat geluid moet absorberen

....

....

....

b dat geluid moet weerkaatsen

....

....

....

4 Je kunt geluid laten verdwijnen in geluiddempend materiaal.
Wat gebeurt er dan met het geluid?

- ○ A Het geluid wordt geabsorbeerd.
- ○ B Het geluid wordt teruggekaatst in een andere richting.
- ○ C Het geluid wordt teruggekaatst naar de geluidsbron.

5 Wat kunnen mensen die werken in een lawaaierige ruimte dragen zodat ze gehoorschade voorkomen?

....

TOEPASSING

6 Jaap woont op de zevende verdieping van een flatgebouw. Als hij op zijn elektrisch versterkte basgitaar speelt, kun je dat op de eerste verdieping van het flatgebouw nog horen.

a Hoe komt het geluid uit zijn basluidspreker op de eerste verdieping terecht?

....

....

b Jaaps basversterker met luidspreker staat op vier dikke rubberen doppen (afbeelding 5). Zijn onderburen hebben daardoor minder last van zijn gitaarspel. Leg uit op welke manier de rubberen doppen de geluidshinder tegengaan.

....

....

....



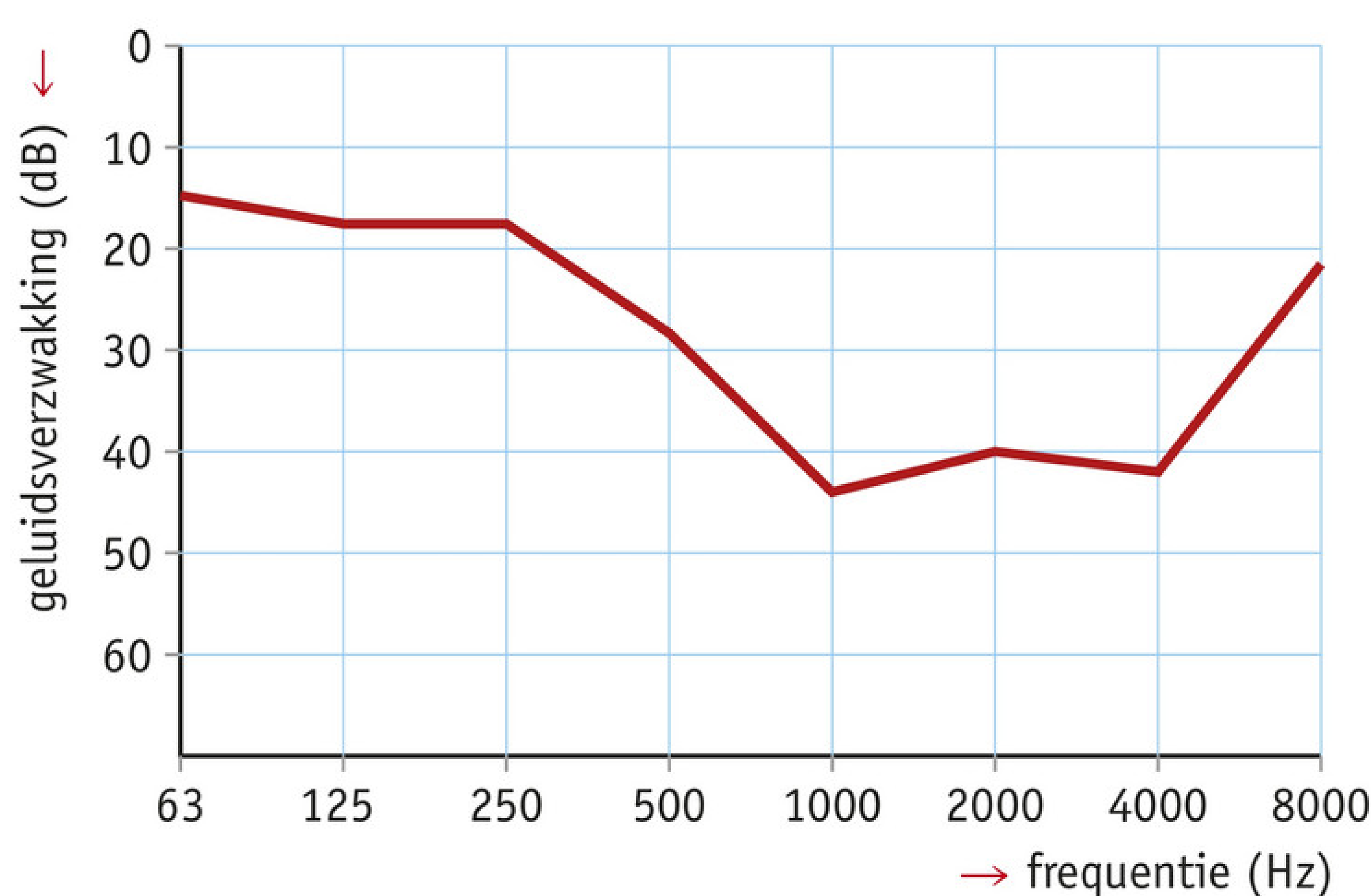
afbeelding 5 Jaaps basversterker met onderin, achter het frontje, een grote basluidspreker.

7 Mensen die tijdens hun werk blootstaan aan harde geluiden, moeten hun gehoor beschermen. Eén manier om dat te doen, is het dragen van oorkappen. In afbeelding 6 zie je met hoeveel decibel het geluid dan wordt verzwakt.

a Hoe groot is de frequentie van het geluid dat het meest wordt verzwakt?
- ○ A 1000 Hz
- ○ B 2000 Hz
- ○ C 4000 Hz

b Hoeveel wordt het geluid verzwakt bij 500 Hz?
- ○ A 28 dB
- ○ B 31 dB
- ○ C 40 dB

c De frequenties van je stem lopen van ongeveer 120 tot 1200 Hz. Iemand met oorkappen op kan je redelijk verstaan als je praat.
Hoe kun je dit verklaren?
- ○ A Vooral de hoge tonen in het stemgeluid worden nauwelijks verzwakt.
- ○ B Vooral de lage tonen in het stemgeluid worden nauwelijks verzwakt.
- ○ C De hoge en lage tonen in het stemgeluid worden evenveel verzwakt.



afbeelding 6 Oorkappen verzwakken het geluid.

8 Tijdens een testrit met een auto met speciale banden is langs een testbaan een rolgeluid gemeten van 79 dB. Als de auto op zijn hardst rijdt, kan het rolgeluid dat de auto produceert oplopen tot 95 dB.

a Leg uit of deze geluidssterkte schadelijke gevolgen kan hebben voor je gehoor.

....

....

....

b Gebruik *BINAS* tabel 30 *Maximale blootstellingsduur.*
Hoelang kunnen je oren een geluidssterkte van 95 dB verdragen voordat er gehoorbeschadiging op kan treden?
- ○ A maximaal 2 uur
- ○ B maximaal 4 uur
- ○ C maximaal 6 uur

c Welke aanpassing aan de auto kan bijdragen aan het verminderen van het gemeten rolgeluid langs de testbaan?
- ○ A de cabine isoleren
- ○ B de wielen afdekken
- ○ C een spoiler onder de neus aanbrengen

9 Je kunt de sterkte van het geluid meten in dB, dan staat het A-filter uit. Je kunt de geluidssterkte ook meten in dB(A), dan staat het A-filter aan. Het hangt van het doel van de meting af welke eenheid je gebruikt.

a Waarom wordt de eenheid dB(A) gebruikt als het erom gaat hoe groot de geluidsoverlast is?

....

....

....

b Waarom wordt de eenheid dB gebruikt als het erom gaat hoe groot de kans is op gehoorschade?

....

....

★ 10 Op een website staat een nieuwsbericht. Rotterdamse jongeren veroorzaken soms veel geluidsoverlast en daar wil de gemeente iets tegen doen met Mosquito's (afbeelding 7). In de handleiding van de Mosquito staat een diagram van de frequenties die je bij een bepaalde leeftijd kunt horen. Zie afbeelding 8.

a Wat voor een frequentie moet het geluid van de Mosquito hebben om jongeren tussen 10 en 19 jaar te verdrijven? Geef je antwoord in kHz.

....

b Of het geluid door jongeren wordt gehoord, hangt niet alleen af van de frequentie van het geluid.
Van welke grootheid hangt het nog meer af of jongeren het geluid van de Mosquito kunnen horen?

....

....

c Volgens de fabrikant van de Mosquito storen kinderen tussen 0 en 9 jaar zich niet aan het geluid.
Leg aan de hand van het diagram uit of de bewering van de fabrikant klopt.

....

....

....

....

....

....

afbeelding 7 Burgemeester neemt maatregelen tegen geluidsoverlast.

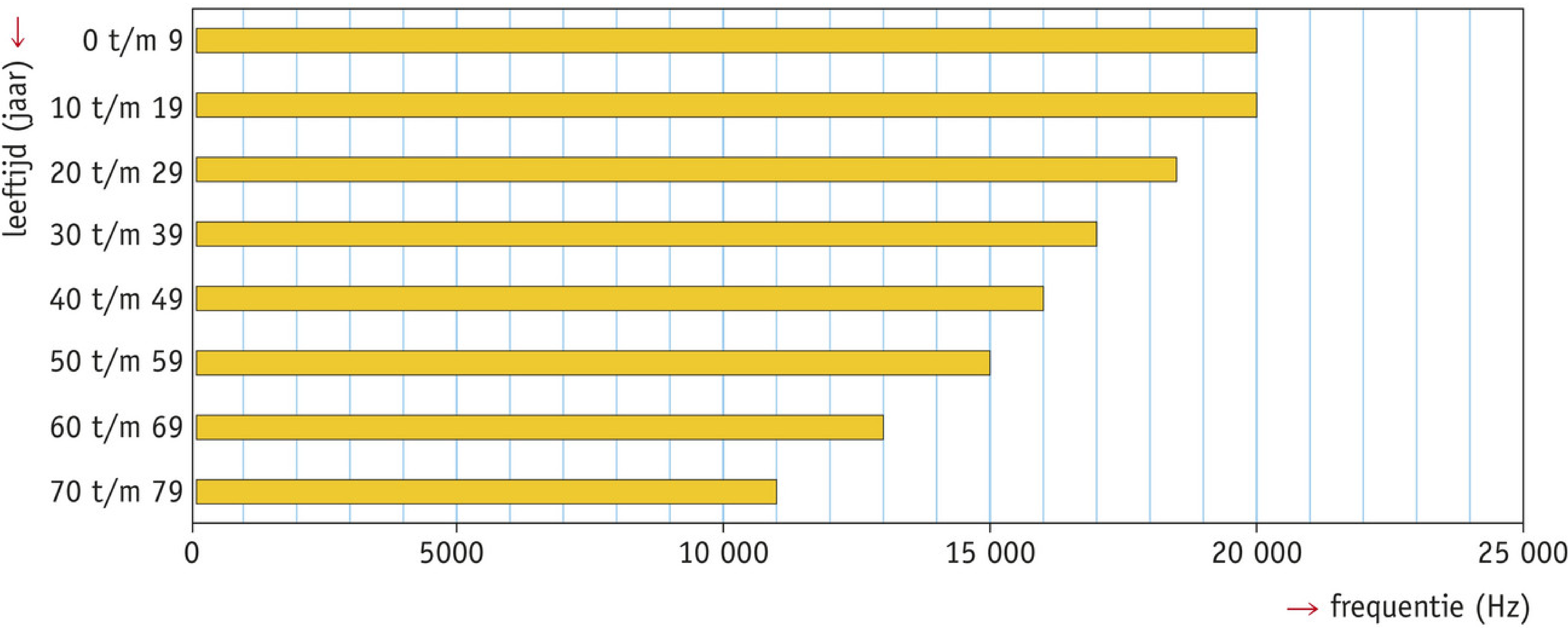
Extra Mosquito's tegen luidruchtige hangjongeren

De gemeente Rotterdam gaat verspreid over de stad zo'n vijftien nieuwe Mosquito's plaatsen. Deze kastjes zenden een hoge zoemtoom uit die over het algemeen alleen hoorbaar is voor jongeren tot 25 jaar. De apparaatjes worden ingezet op plekken waar buurtbewoners last hebben van hangjongeren.

Volgens burgemeester Aboutaleb heeft hij in de afgelopen maanden veel verzoeken gekregen voor het plaatsen van Mosquito's. Een deel van die verzoeken wijst hij af. "De Mosquito zal niet worden ingezet om jongeren overdag van een plein te weren. Wel wil ik het aantal Mosquito's uitbreiden om omwonenden van pleintjes en hofjes waar nu in de late uren veel overlast van jongeren is, nachtrust te gunnen."

bron: nos.nl, 28 juli 2021





afbeelding 8 Frequentiebereik bij verschillende leeftijden.

11 Amir gaat naar een luchtshow. Om zijn gehoor te beschermen doet hij de oorpluggen in van de advertentie van afbeelding 9. Tijdens de show vliegt een helikopter op 30 m voorbij. De geluidssterkte van de helikopter is op 30 m afstand 105 dB.
Leg met een berekening uit of Amir kans op gehoorbeschadiging heeft door het geluid dat de helikopter maakt.

....

....

....

....

Oorpluggen verlichten het ongemak van de oren tijdens stijgen en landen

Uit onderzoek onder vliegtuigpassagiers is gebleken dat maar liefst één op de drie reizigers last heeft van het drukverschil tijdens stijgen en dalen. Oorpijn, hoofdpijn of duizelingen kunnen het gevolg zijn.

Speciaal hiervoor zijn de drukregulerende oorpluggen ontwikkeld:
- comfortabel reizen zonder oorpijn;
- verminderen ongemak bij stijgen/landen;
- dempen geluid met 18 decibel;
- ook toepasbaar bij treinreizen, auto-, bus- en bergritten.

keramisch filter

siliconen lamellen

De oorplug bestaat uit zacht materiaal: siliconen. In het buisje bij de oorplug zit een keramisch filter dat plotselinge luchtdrukverschillen geleidelijk opheft.

afbeelding 9 Een advertentie voor oorpluggen.

12 Omwonenden van de Polderbaan bij Schiphol klagen over geluidshinder van vliegtuigen die landen en opstijgen. Om de geluidshinder te verminderen kan een ecobarrier worden aangelegd. Dit is een soort tunnel van tentdoek die naast de start- en landingsbaan kan worden geplaatst.
Met welke soort maatregel wordt de geluidshinder door een ecobarrier bestreden?

- ○ A bij de bron
- ○ B in de overdacht
- ○ C bij de ontvanger


Test je kennis met de *Test jezelf*.

Practica

PROEF 1 DE FREQUENTIE VAN EEN TRILLING

20 minuten

Inleiding
Een geluidsbron die hoorbaar geluid produceert, heeft een frequentie van minstens 20 Hz. Dat betekent dat je het aantal trillingen niet zomaar kunt tellen. Daarvoor is speciale meetapparatuur nodig, zoals een oscilloscoop. Bij deze proef maak je kennis met een trilling die veel langzamer is. Het aantal trillingen is daardoor gemakkelijk te tellen.

Doel
Je bepaalt de frequentie van een trillend zaagblad. De onderzoeksvraag luidt:
Hoe groot is de frequentie van deze trilling?

Nodig
- ☐ statiefmateriaal
- ☐ zaagblad
- ☐ gewichtje van 50 g
- ☐ stopwatch

Uitvoeren en uitwerken
- Maak het zaagblad vast aan het statief (afbeelding 1).
- Bevestig een gewichtje van 50 g aan het uiteinde van het zaagblad.



afbeelding 1 De opstelling van proef 1.

- Breng het zaagblad in trilling.
- Meet met de stopwatch de tijd die nodig is voor 10 trillingen.

1 Noteer de uitkomst van je meting in tabel 1.

tabel 1 De meetresultaten van proef 1.

meting	tijd voor 10 trillingen (s)
1	
2	
3	
gemiddelde	

- Herhaal deze meting nog twee keer.

2 Noteer de meetresultaten in tabel 1.

3 Bereken het gemiddelde van de drie metingen. Rond de uitkomst af op één decimaal en noteer die in tabel 1.

4 Bereken de trillingstijd. Dit is de tijd die nodig is voor één trilling.

....

....

....

....

5 Bereken hoeveel trillingen het zaagblad per seconde uitvoert. Dit noem je de frequentie van de trilling.

....

....

....

....

PROEF 2 DE FREQUENTIE VAN EEN MUZIEKINSTRUMENT

50 minuten

Inleiding

Een toon van een muziekinstrument is een ingewikkelde trilling die steeds wordt herhaald. Bij deze proef bepaal je de frequentie van een aantal van die tonen. Je kunt daarvoor het best een muziekinstrument gebruiken waarop je een toon lang kunt aanhouden. Geschikte instrumenten zijn een dwarsfluit, keyboard, saxofoon en accordeon.

Doel

Je bepaalt de frequentie met behulp van een oscilloscoop. De onderzoeksvraag luidt:
Hoe groot is de frequentie van (minstens) drie verschillende tonen?

Nodig

- ☐ oscilloscoop (of computer met meetapparatuur)
- ☐ microfoon
- ☐ een muziekinstrument
- ☐ fototoestel

Uitvoeren

Je doet deze proef met z'n tweeën.

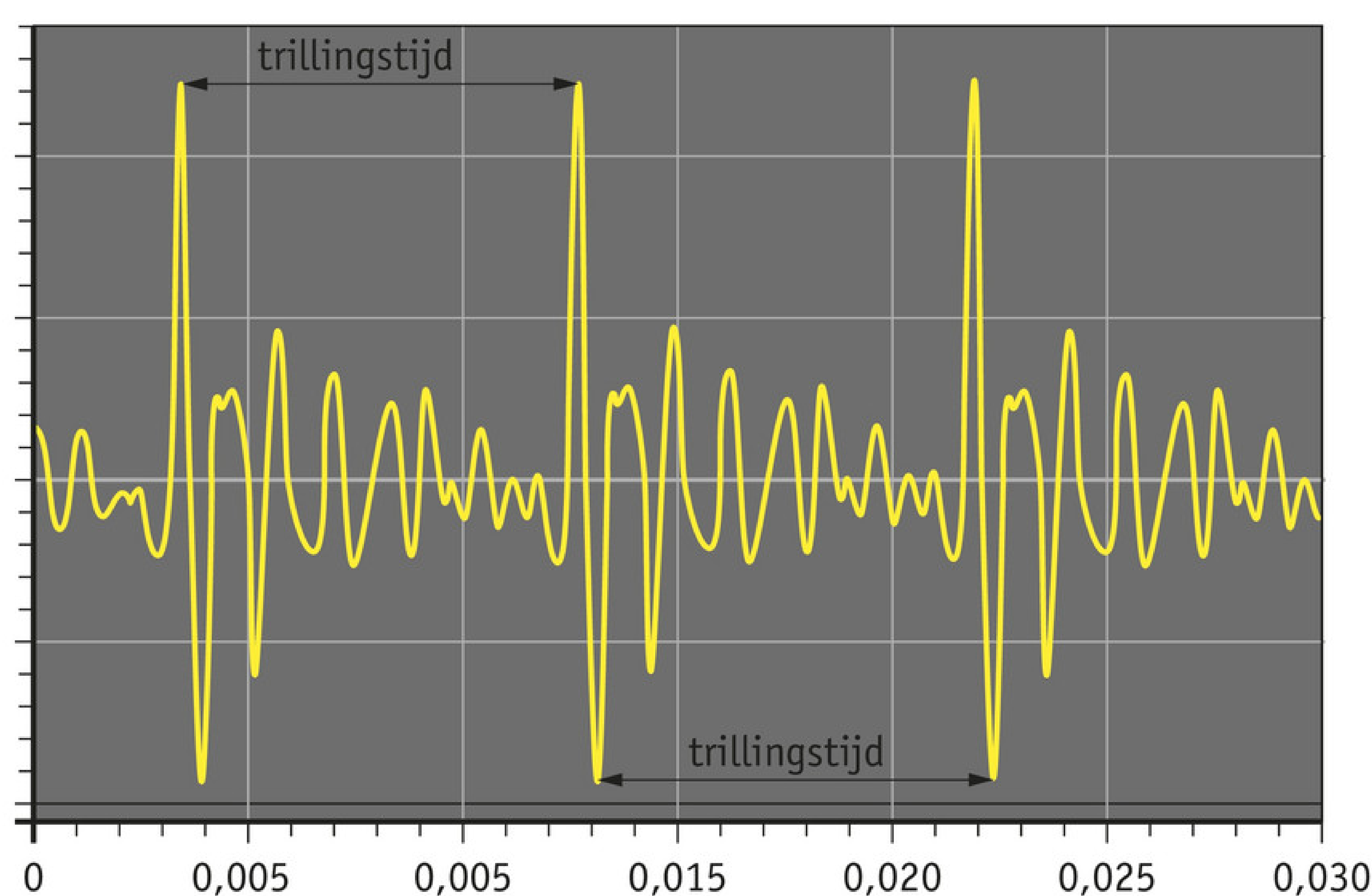
- Sluit de microfoon aan op de oscilloscoop.
- Leerling 1 speelt een lang aangehouden toon. Leerling 2 kijkt naar het scherm en stelt de tijdbasis en de gevoeligheid in.
- Probeer verschillende instellingen uit tot je een mooi beeld op je scherm krijgt.
- Maak een foto van de trilling op het scherm.
- Herhaal de meting met twee andere tonen. Maak een foto van elke trilling.

1 Noteer welke tijdbasis je hebt ingesteld:

- bij meting 1: ....
- bij meting 2: ....
- bij meting 3: ....

Uitwerken

2 Bekijk de drie foto's die je hebt gemaakt.
Geef net als in afbeelding 2 in elke foto aan hoelang één trilling duurt.



afbeelding 2 Zo kun je de trillingstijd bepalen.

3 Lees uit elke foto af hoeveel milliseconden (ms) één trilling duurt.

- bij meting 1: *T* = ...
- bij meting 2: *T* = ...
- bij meting 3: *T* = ...

4 Bereken met behulp van je antwoorden op opdracht 3:

a de frequentie van de eerste toon

....

....

....

....

b de frequentie van de tweede toon

....

....

....

....

c de frequentie van de derde toon

....

....

....

....

5 Maak een verslag van deze proef en lever het in bij je leraar.

PROEF 3 HET VERBAND TUSSEN AFSTAND EN GELUIDSSTERKTE

30 minuten

Inleiding

De geluidssterkte hangt af van de afstand tot de geluidsbron. Hoe verder je bij een geluidsbron vandaan beweegt, des te zwakker is het geluid dat je hoort. De afstand tot de geluidsbron heeft dus duidelijk invloed op de geluidssterkte die je waarneemt. Maar hoe ziet dat verband er precies uit?

Doel

Dat onderzoek je bij deze proef. De onderzoeksvraag luidt:
Hoe ziet het verband tussen de afstand en de geluidssterkte eruit?

Nodig

- ☐ dB-meter
- ☐ meetlint
- ☐ snoer
- ☐ geluidsbron
- ☐ een ruimte waar het erg stil is

Uitvoeren en uitwerken

Voor deze opdracht heb je een geluidsbron nodig die constant dezelfde toon uitzendt. Geschikte geluidsbronnen zijn een toongenerator (met luidspreker) of een elektronisch stemapparaat.

1 Wat voor een geluidsbron gebruik je?

....

2 Waar voer je deze proef uit? Waarom daar?

....

....

....

3 Teken de meetopstelling die je wilt maken.

4 Noteer in de juiste volgorde welke metingen je uitvoert.

....

....

....

- Laat je werkplan (de antwoorden op de opdrachten 1 tot en met 4) controleren door je leraar.
- Breng zo nodig verbeteringen aan.
- Bouw de meetopstelling en voer de proef uit.

5 Noteer alle meetresultaten.

....

....

....

....

....

....

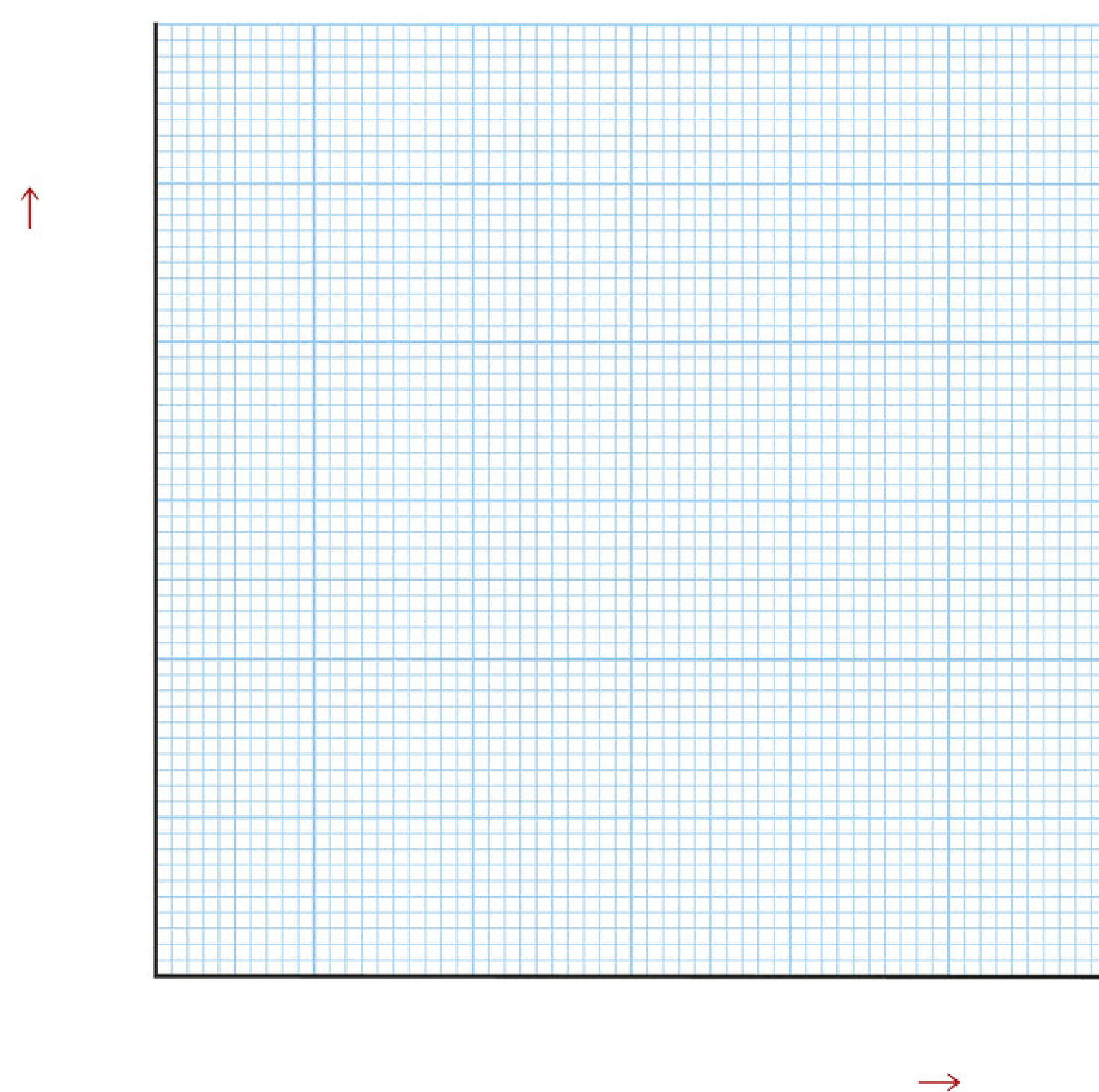
....

....

....

....

6 Teken in afbeelding 3 een grafiek van je meetresultaten.



afbeelding 3 Het verband tussen afstand en geluidssterkte.

7 Maak een verslag van het onderzoek en lever het in bij je leraar.

De volgende proef staat in de online leeromgeving. Je leraar beslist of de proef wordt uitgevoerd.

PROEF 4 ONDERZOEK: DE TRILLING VAN EEN WIJNGLAS

60 minuten

Doel

Een wijnglas produceert een hoge toon als je met een natte vinger over de rand wrijft. Zo'n toon lijkt op die van een stemvork. Dit kun je onderzoeken door de oscilloscoopbeelden met elkaar te vergelijken. De onderzoeksvraag luidt:
Waarin verschilt het oscilloscoopbeeld van een trillend wijnglas van dat van een trillende stemvork?

PROEF 5 ONDERZOEK: DE GELUIDSSTERKTE VAN OORTJES

60 minuten

Inleiding

Veel jongeren gebruiken oortjes om naar muziek te luisteren. Daarbij staat het geluid vaak 'goed hard'. Of staat het geluid juist 'slecht hard'? Hoe groot is de kans op gehoorschade? In tabel 2 staat hoeveel uur je naar muziek kunt luisteren, zonder dat je gehoor wordt beschadigd. Let op: dit is een schatting van deskundigen. Er zijn ook mensen die deze normen te soepel vinden.

tabel 2 De geluidssnelheid in lucht.

gemiddelde geluidssterkte (dB)	maximale luistertijd (uren per week)
80	40
83	20
86	10
89	5
91	2,5
94	1,25
enzovoort	enzovoort

Doel

Meet bij minimaal tien medeleerlingen hoe hard hun oortjes staan. Vraag hoeveel uur ze die dopjes gemiddeld per week gebruiken. De onderzoeksvraag luidt:
Hoeveel risico lopen jouw klasgenoten (en loop jezelf) om gehoorschade op te lopen?

Uitvoeren en uitwerken

Zie de vaardigheid *Een onderzoek doen.*

- Maak een werkplan en voer het onderzoek uit.

1 Zie de vaardigheid *Een onderzoeksverslag maken.*
Presenteer de uitkomsten in je onderzoeksverslag.

Leerstofoverzicht

13.1 GELUIDSBRONNEN

ONTHOUD

- Geluid wordt geproduceerd door geluidsbronnen die de omringende lucht in trilling brengen. Via de lucht of een andere tussenstof bereiken die trillingen je oren.
- Een luidspreker bestaat uit een magneet, een spoel en een dun cirkelvormig vel, de conus. De spoel wordt aangesloten op een elektrisch signaal. Hierdoor wordt de spoel een elektromagneet met polen die steeds omwisselen. Dat heeft tot gevolg dat de magneet de spoel afwisselend aantrekt en afstoot. De spoel gaat hierdoor heen en weer bewegen. De conus die aan de spoel vastzit, beweegt mee en brengt zo de lucht rond de luidspreker in trilling.
- Je kunt de afstand die het geluid in een bepaalde tijd aflegt, berekenen met de formule $s = v_{geluid} \cdot t$. In deze formule is v_{geluid} de geluidssnelheid in de stof waar het geluid doorheen beweegt. De geluidssnelheid in lucht met een temperatuur van 293 K is 343 m/s.
- Als geluid wordt weerkaatst, hoor je een echo. De echo komt altijd na het directe geluid, omdat het weerkaatste geluid een langere weg aflegt.
- Een echolood bepaalt de diepte van de zee met korte geluidspulsen. Het apparaat meet de tijd waarin een puls naar de zeebodem beweegt en weer terug naar het schip. Met die tijd en de geluidssnelheid in zeewater berekent het echolood automatisch de diepte van de zee.

BEGRIPPEN

conus
Dun cirkelvormig vel waarmee een luidspreker de omringende lucht in trilling brengt.

drukverandering
Verandering van de druk in een stof; geluid bestaat uit snelle drukveranderingen die door een tussenstof heen bewegen.

echo
Geluid dat je hoort nadat het is teruggekaatst; je hoort de echo altijd later dan het directe geluid.

echolood
Instrument aan boord van een schip dat met weerkaatst geluid de diepte van de zee meet.

geluidsbron
Voorwerp dat drukveranderingen in een tussenstof veroorzaakt, doordat het voortdurend heen en weer beweegt (trilt).

geluidssnelheid
Snelheid van het geluid in een stof.

tussenstof
Stof zoals lucht of water, waardoor geluid kan bewegen van geluidsbron naar ontvanger.

13.2 TOONHOOGTE

ONTHOUD

- Je kunt de trillingstijd van een toon aflezen op het scherm van een oscilloscoop. Stel bijvoorbeeld dat er voor één trilling vier hokjes nodig zijn en dat de tijdbasis is ingesteld op 2 ms/div. Dan is de trillingstijd 4 × 2 ms = 8 ms.
- Je kunt de frequentie f van een trilling berekenen met de formule: $f = \frac{1}{T}$ Andersom kun je de trillingstijd T berekenen met de formule: $T = \frac{1}{f}$
- Hoe hoger de frequentie van een geluidstrilling, des te hoger is de toon die je hoort. Een toon van 50 Hz is een lage bastoon, een toon van 10 000 Hz is een hoge pieptoon.
- Als je een luidspreker aansluit op een toongenerator, klinkt er een toon. Je kunt de frequentie en de amplitude van die toon zelf instellen. Zo kun je onderzoeken welke frequenties iemand wel kan horen en welke niet.
- Het gehoorbereik van jonge mensen loopt van circa 20 Hz tot 20 000 Hz. 20 Hz is de ondergrens, 20 000 Hz is de bovengrens.
- De toonhoogte (en dus ook de frequentie) van een snaar wordt bepaald door (a) de spanning van de snaar; (b) de dikte van de snaar; (c) de lengte van de snaar.

BEGRIPPEN

frequentie
Aantal trillingen per seconde.

frequentiebereik
Reeks frequenties die een mens of een dier kan horen, van de laagste tot aan de hoogste hoorbare toon.

oscilloscoop
Apparaat dat een elektrisch signaal (bijvoorbeeld van een microfoon) op een beeldscherm afbeeldt: horizontaal de tijd, verticaal de amplitude.

toongenerator
Apparaat dat een elektrisch signaal produceert met een regelbare frequentie. Als je een luidspreker op dat signaal aansluit, hoor je een toon met dezelfde frequentie.

trillingstijd
Tijdsduur van één trilling.

13.3 GELUIDSSTERKTE

ONTHOUD

- De amplitude is de maximale uitwijking van een trilling. Hoe groter de amplitude van een geluidstrilling, des te groter is de geluidssterkte.
- Je kunt de amplitude van een elektrisch signaal aflezen op het scherm van een oscilloscoop. Stel bijvoorbeeld dat een trilling drie hokjes hoog is en de gevoeligheid staat ingesteld op 5 mV/div. Dan is de amplitude 3 × 5 mV = 15 mV.
- Een decibelmeter heeft een knop waarmee je het A-filter kunt in- of uitschakelen. Met ingeschakeld A-filter kun je de geluidssterkte aflezen in dB(A). Met uitgeschakeld A-filter kun je de geluidssterkte aflezen in dB.
- Als je wilt weten hoe mensen de hoeveelheid geluid ervaren, gebruik je de dB(A)-schaal. Zo kun je meten hoe groot de geluidshinder voor hen is. Als je wilt weten hoe groot de hoeveelheid geluid is, gebruik je de dB-schaal. Zo kun je meten hoe groot de kans op gehoorschade is.
- De gehoordrempel geeft de grens aan van wat je nog net kunt horen: boven de gehoordrempel kun je geluiden wel horen, onder de gehoordrempel hoor je geluiden niet meer.
- De pijngrens geeft aan wanneer geluid pijn gaat doen aan je oren: boven de pijngrens doet geluid pijn aan je oren.
- Als het aantal geluidsbronnen verdubbelt, neemt de geluidssterkte toe met 3 dB. Deze rekenregel geldt alleen voor geluidsbronnen die (ongeveer) evenveel geluid maken, zoals zingende mensen.

BEGRIPPEN

A-filter
Filter op een decibelmeter dat de meter minder gevoelig maakt voor lage en erg hoge tonen; zo kun je beter meten hoe mensen de hoeveelheid geluid ervaren.

amplitude
Grootste uitwijking van een trilling. Als een elektrisch signaal (een wisselspanning) heen en weer golft tussen 2,5 mV en −2,5 mV, zeg je dat de amplitude van het signaal 2,5 mV is.

decibel
Eenheid van geluidssterkte (geluidsniveau).

decibelmeter
Meter waarmee je de geluidssterkte (het geluidsniveau) meet.

dB(A)
Eenheid van geluidssterkte voor metingen met ingeschakeld A-filter.

gehoordrempel
Geluidssterkte die de grens aangeeft van wat je kunt horen: boven de gehoordrempel kun je geluiden wel horen, onder de gehoordrempel hoor je geluiden niet.

pijngrens
Geluidssterkte die aangeeft wanneer geluid pijn gaat doen aan je oren: boven de pijngrens doet geluid pijn aan je oren.

13.4 GELUIDSHINDER

ONTHOUD

- Je kunt geluidshinder op verschillende plaatsen bestrijden:

plaats	**voorbeeld**
bij de bron	geluidsarm asfalt
in de overdracht	geluidsscherm langs een snelweg
bij de ontvanger	geluidsisolatie van huizen

- Je kunt geluidsoverlast voorkomen door huizen te isoleren met een dikke laag geluiddempend materiaal. Materiaal dat geluid moet absorberen, is zacht en heeft een ribbelig oppervlak.
- Een geluidsscherm is ontworpen om geluid te weerkaatsen. Materiaal dat geluid moet weerkaatsen, is hard en heeft een glad oppervlak.
- Je gehoor kan door harde geluiden worden beschadigd. Of dat gebeurt hangt van twee dingen af: (a) de geluidssterkte van het geluid; (b) de duur dat je gehoor aan het geluid wordt blootgesteld.
- Je kunt je gehoor beschermen tegen harde geluiden met oorkappen of oordopjes die het geluid verzwakken.

BEGRIPPEN

absorberen
Dempen van de trillingen van een geluid, zodat het geluid snel zwakker wordt.

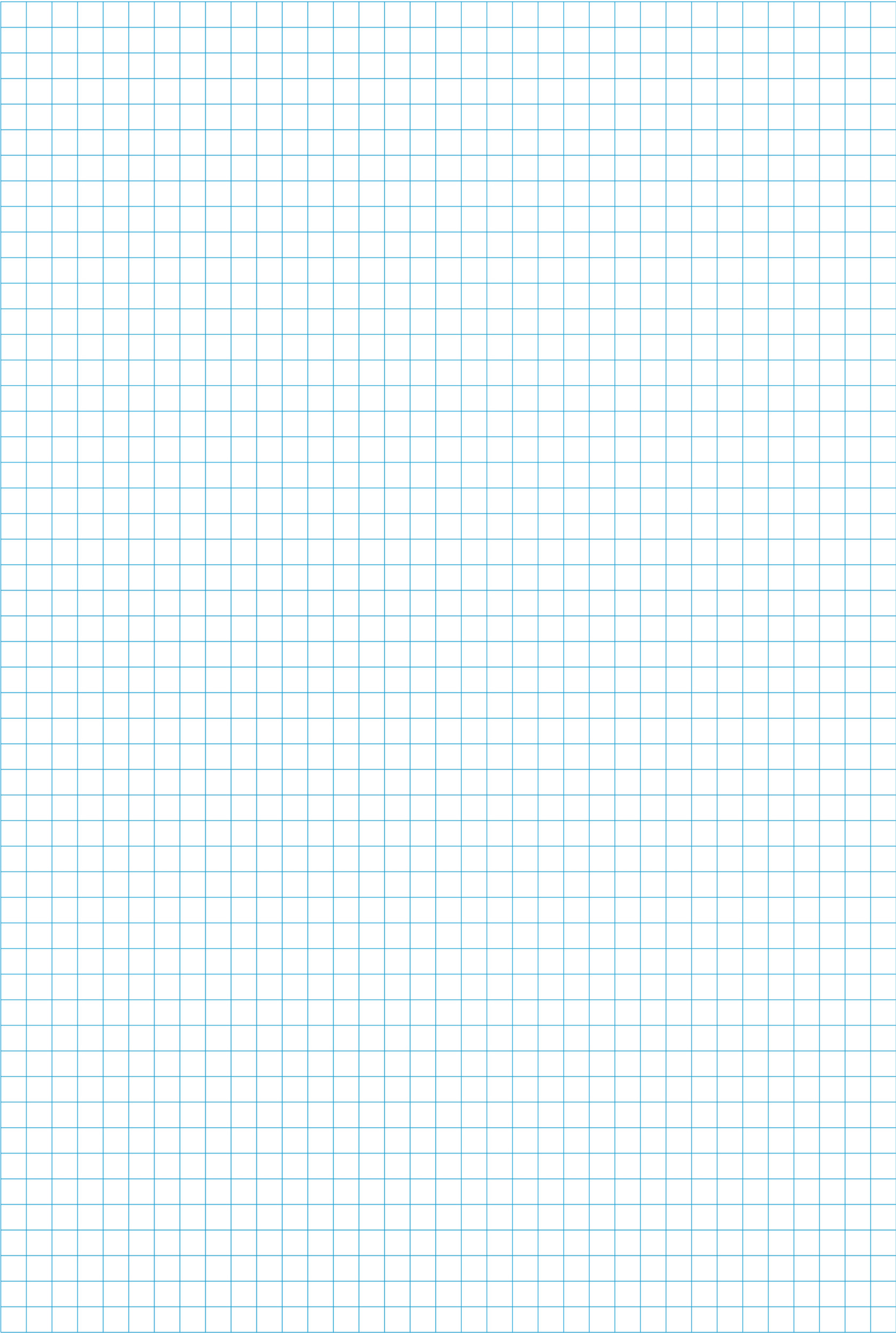
geluidsisolatie
Materiaal dat wordt aangebracht om geluid te absorberen (dempen).

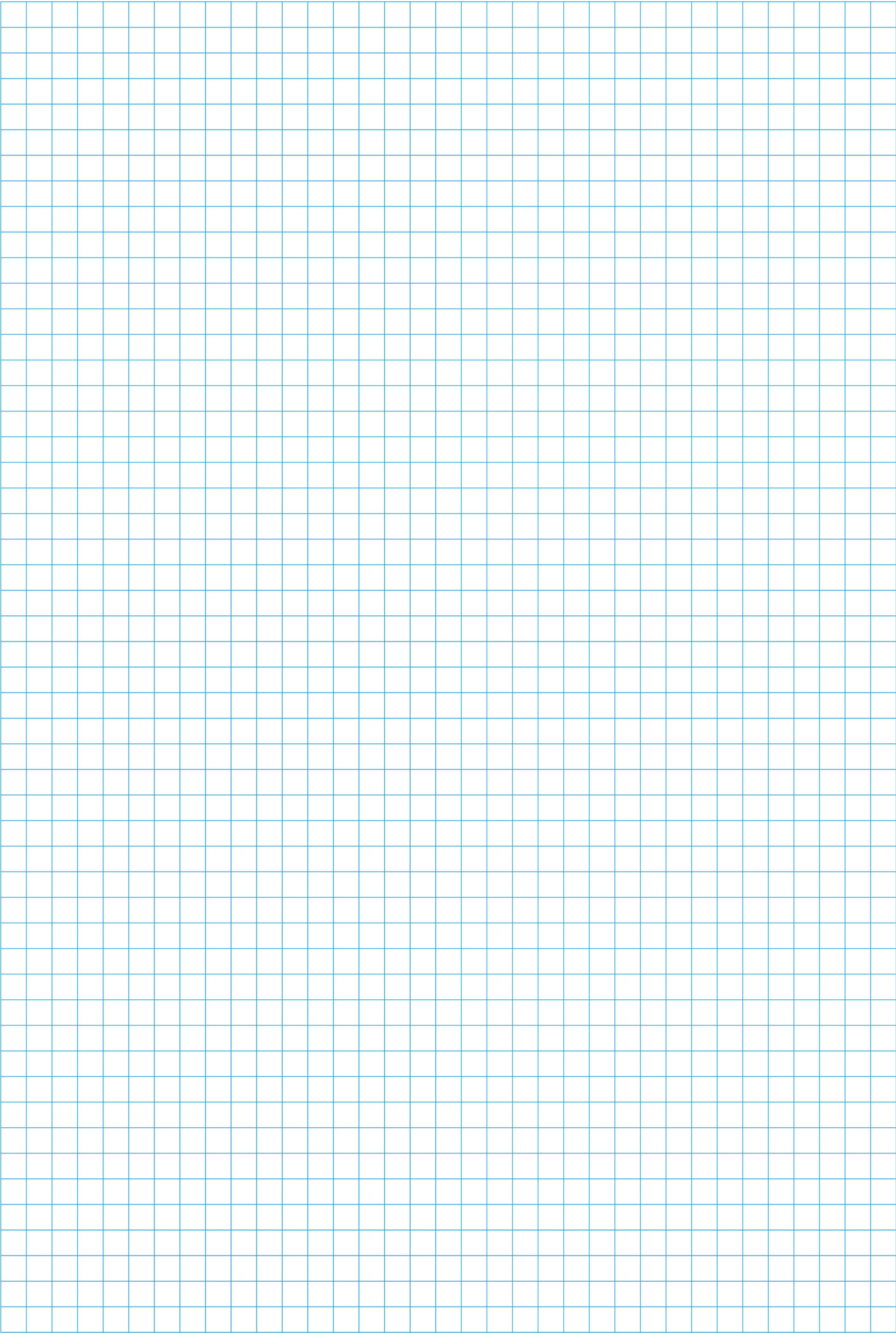
geluidsscherm
Muur van hard en glad materiaal dat geluid goed terugkaatst.

oorkappen
Beugel met twee halfronde kappen die de oren helemaal bedekken.



Ga naar de *Flitskaarten*.





14 Kracht en beweging

VEILIG VERKEER

Elke dag moet je op tijd op school zijn. Je weet precies hoe laat je thuis moet vertrekken. Bij stevige tegenwind verandert alles. Je moet dan eerder op weg of harder trappen. Blijf wel goed opletten in het verkeer!

INTRODUCTIE

THEORIE

AFSLUITING





Wat weet je al over kracht en beweging?

LEERDOELEN

1 Je kunt verschillende soorten krachten herkennen.
2 Je kunt een kracht tekenen als een vector, volgens een gegeven krachtenschaal.
3 Je kunt een afstand-tijddiagram van een beweging maken.
4 Je kunt snelheid in m/s omrekenen naar km/h.
5 Je kunt de nettokracht berekenen van krachten die werken op één voorwerp.

In deel 3A van Nova nask 1 en in hoofdstuk 10 heb je al een aantal dingen over krachten en bewegingen geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig wanneer je aan dit hoofdstuk begint. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 In maart 2021 liep een 400 m lang containerschip vast in het Suezkanaal (afbeelding 1). Het schip kon niet met eigen motorkracht loskomen van de oever. Daarvoor waren enkele grote sleepboten nodig.
Welke kracht zorgde ervoor dat het schip niet met zijn eigen motorkracht los kon komen?

- ○ A spankracht
- ○ B veerkracht
- ○ C wrijvingskracht
- ○ D zwaartekracht



afbeelding 1 Een 400 m lang schip blokkeert het Suezkanaal.

2  In afbeelding 2 is een kracht getekend. De krachtenschaal is 1 cm ≙ 25 N.
Hoe groot is de kracht?

....

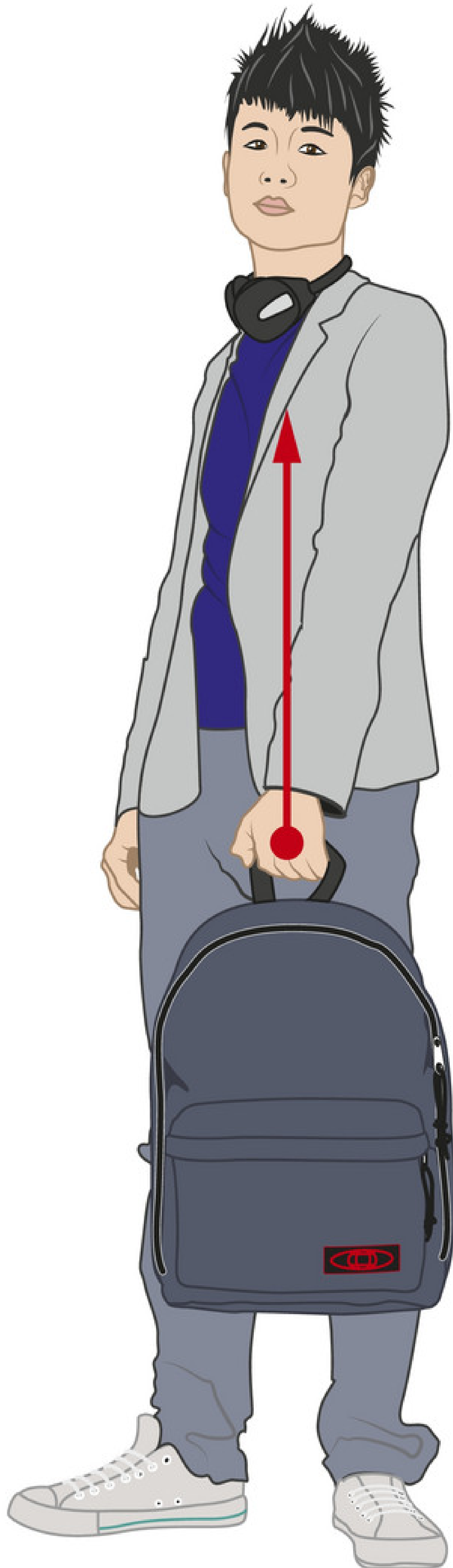
....

....

....

....

....



afbeelding 2 Een kracht werkt op een hand.

3 Je moet een kracht tekenen van 130 N. De krachtenschaal is 1 ≙ 50 N.
Hoe lang moet je de pijl tekenen?

....

....

....

....

4 Van een beweging kun je een afstand-tijddiagram tekenen.
Welke grootheid staat op de *x*-as?

○ A afstand
○ B tijd

5 Welke eenheden zijn eenheden van snelheid?

☐ A cm/h	☐ D mm/ms
☐ B cm/jaar	☐ E s/km
☐ C min/km	☐ F week/dm

6 In afbeelding 3 zie je twee krachten die op een doos werken. F_1 is 39 N en F_2 is 65 N.
Bereken de nettokracht op de doos.

....

....

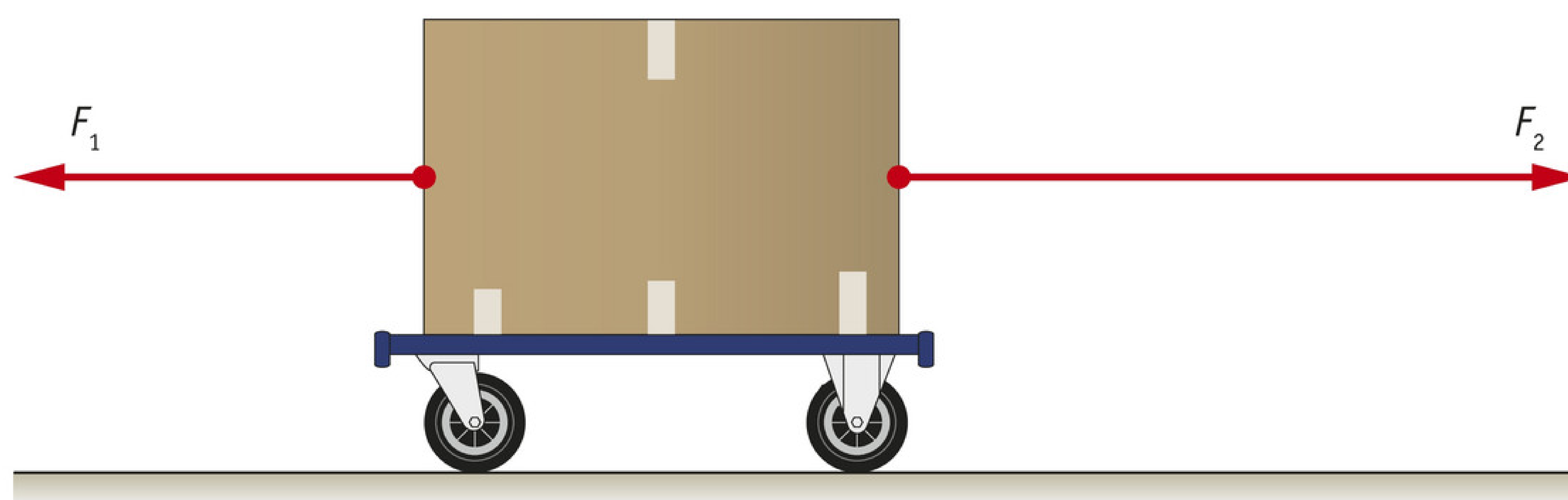
....

....

....

....

....



afbeelding 3 Twee krachten werken op een doos.



Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste leerdoelen voor dit hoofdstuk.

1 Eenparige beweging

LEERDOELEN

14.1.1 Je kunt een (*s*,*t*)-diagram en een (*v*,*t*)-diagram aflezen.
14.1.2 Je kunt berekeningen maken met de snelheid, de afstand en de tijd bij een eenparige beweging.
14.1.3 Je kunt snelheden omrekenen van m/s naar km/h, en van km/h naar m/s.
14.1.4 Je kunt een (*s*,*t*)-diagram en een (*v*,*t*)-diagram tekenen.
14.1.5 Je kunt in een (*s*,*t*)-diagram en een (*v*,*t*)-diagram een eenparige beweging herkennen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	14.1.1	14.1.2	14.1.3	14.1.4	14.1.5
Onthouden	1	3	4ab	2ab	
Begrijpen			6ab, 9ab		13c, 14ab
Toepassen		5ab, 7, 10		11, 13ab	
Analyseren		8			12, 14c

Tijdens een fietsrit door de stad verandert steeds je snelheid. Er zijn ook situaties waarbij voorwerpen met steeds dezelfde snelheid bewegen. Kun je er een paar noemen?

AFSTAND EN TIJD

Een auto rijdt 3 uur lang over een weg. De auto rijdt met een constante **snelheid** van 80 kilometer per uur. Dat zie je op de snelheidsmeter in afbeelding 1. Elk uur legt de auto 80 km af. Dat geeft de kilometerteller in afbeelding 1 aan. Je zegt dan dat de afgelegde weg 80 km is. In plaats van afgelegde weg wordt ook afstand gebruikt. Je kunt uitrekenen hoe ver de auto heeft gereden in die 3 uur.

In 1 uur rijdt de auto 80 × 1 = 80 kilometer.
In 2 uur rijdt de auto 80 × 2 = 160 kilometer.
In 3 uur rijdt de auto 80 × 3 = 240 kilometer.

Je gebruikt dus de formule:

afgelegde weg = snelheid × tijd

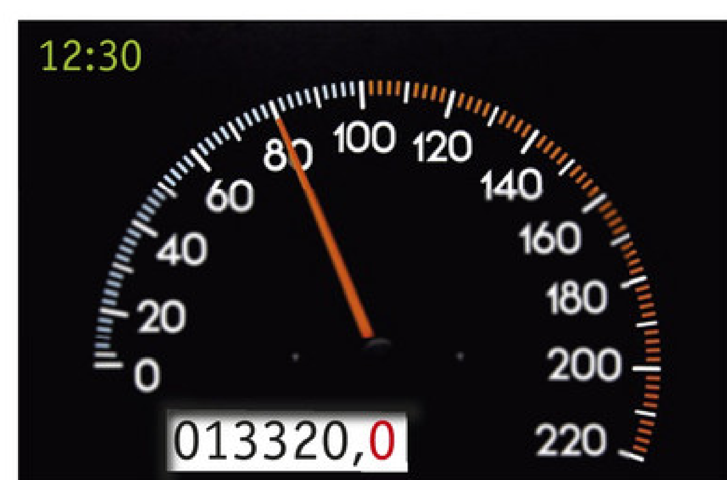
Of in symbolen:

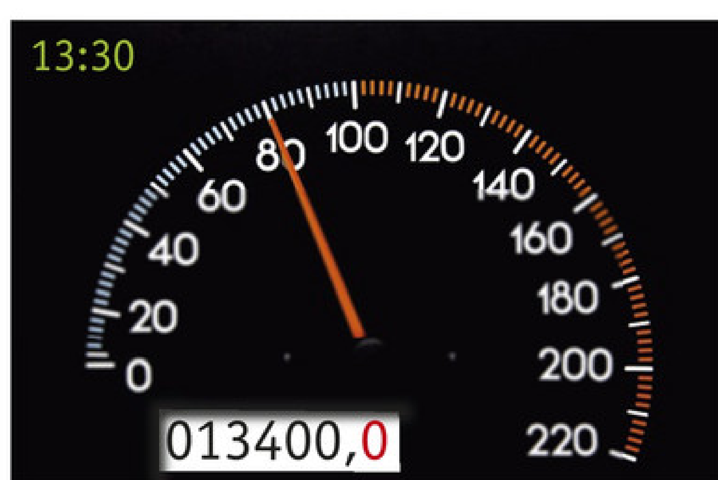
$s = v \cdot t$

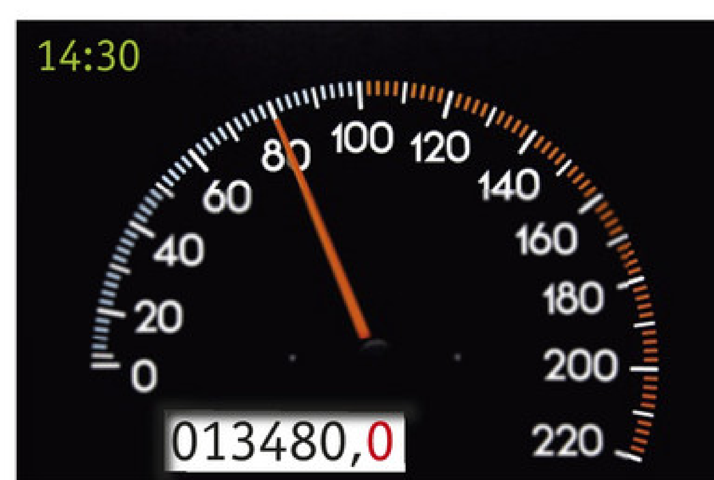
In deze formule is:
- *s* de afgelegde weg tijdens de beweging in kilometer (km);
- *v* de gemiddelde snelheid in kilometer per uur (km/h);
- *t* de tijd die de beweging heeft geduurd in uren (h).

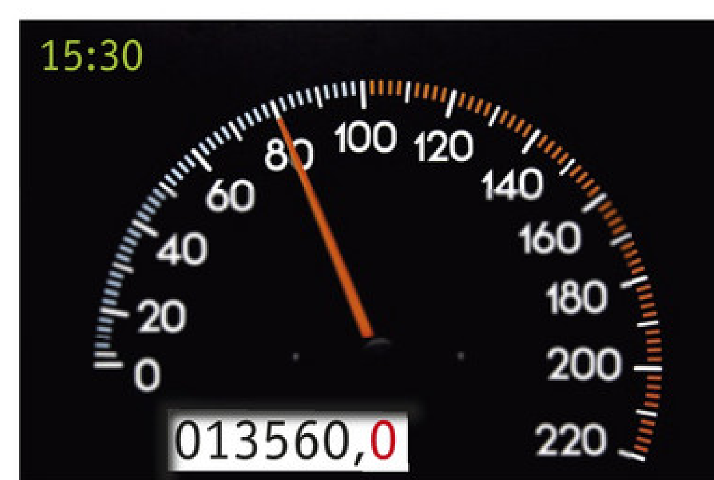
Als een voertuig met een constante snelheid beweegt, dan noem je die beweging een **eenparige beweging**.

afbeelding 1 Elk uur legt de auto 80 km af.









VOORBEELDOPDRACHT 1

Een trein rijdt uren achter elkaar met dezelfde snelheid dwars door Rusland op de Transsiberische spoorlijn (afbeelding 2). Hij rijdt 8 uur achter elkaar met een snelheid van 73 km/h.
Bereken de afstand die de trein in 8 uur aflegt.

gegevens v = 73 km/h
t = 8 h

gevraagd s = ? km

uitwerking $s = v \cdot t$
$s = 73 \times 8 = 584$ km

De trein legt in 8 uur een afstand af van 584 km.



afbeelding 2 Een trein op de Transsiberische spoorlijn.

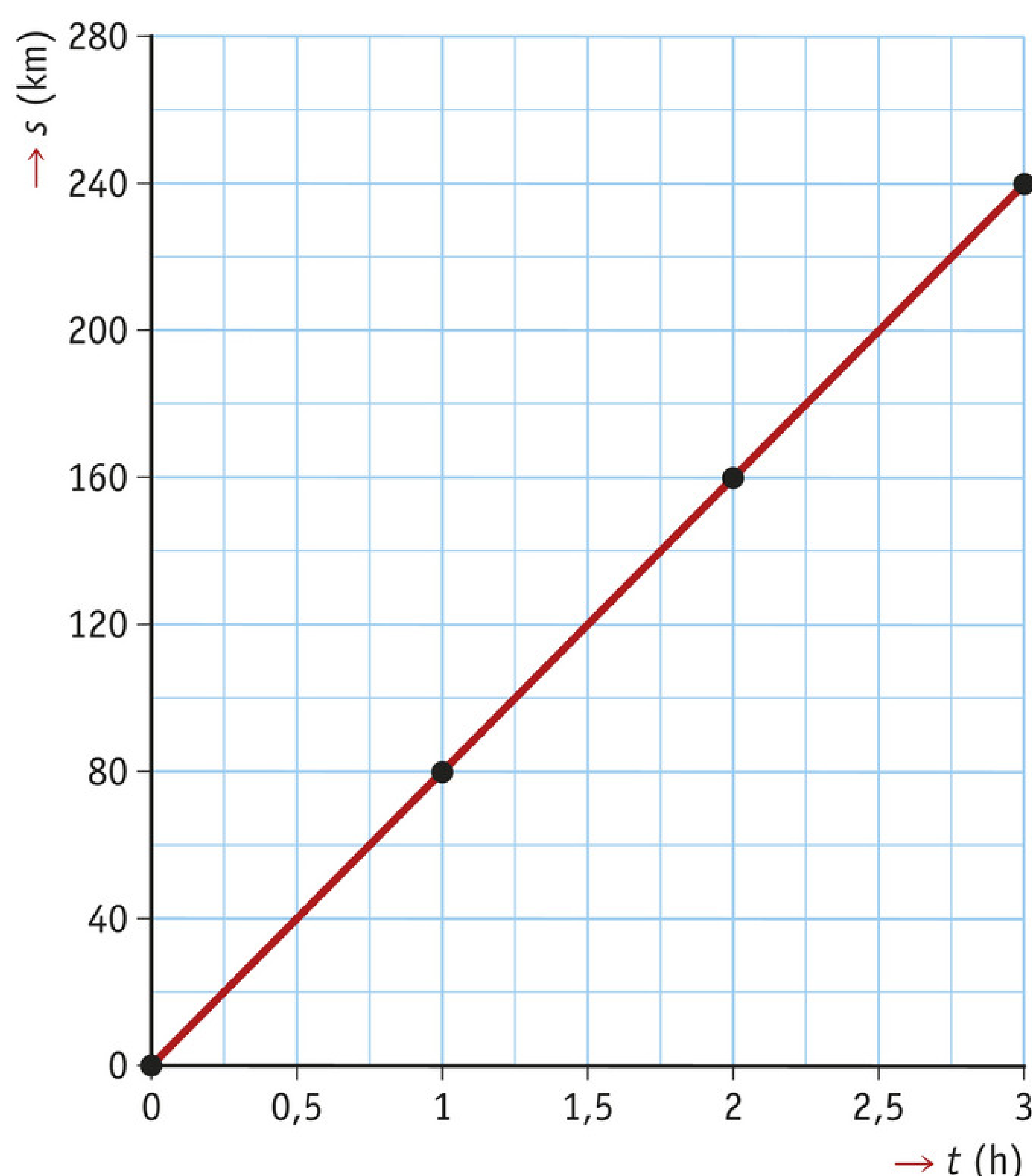
EEN AFSTAND-TIJDDIAGRAM MAKEN

De gegevens van de autorit van afbeelding 1 kun je verwerken tot een afstand-tijddiagram of **(*s*,*t*)-diagram**. Daarbij ga je als volgt te werk:

1 Lees de afstand (*s*) van de kilometerteller van de auto af op verschillende tijdstippen (*t*).
2 Noteer de gegevens over de tijd en de afstand in een tabel: de tijd links en de afstand rechts, zie tabel 1.
3 Teken het (*s*,*t*)-diagram met behulp van de gegevens in de tabel (afbeelding 3). Langs de horizontale as zet je de tijd en langs de verticale as de afstand.

tabel 1 De tijd en de afstand in een tabel.

tijdstip (h)	verstreken tijd (h)	afstand op de teller (km)	afgelegde weg (km)
12:30	0	13 320	0
13:30	1	13 400	80
14:30	2	13 480	160
15:30	3	13 560	240



afbeelding 3 Het (*s*,*t*)-diagram van de autorit met constante snelheid.

SNELHEID

Bij een eenparige beweging is de snelheid constant. De snelheid neemt niet toe en neemt ook niet af. Bij een eenparige beweging verandert de snelheid dus niet. Bij een eenparige beweging geldt: op elk willekeurig tijdstip kun je de snelheid berekenen door de afgelegde weg te delen door de verstreken tijd. In een formule schrijf je dat als:

$$\text{snelheid} = \frac{\text{afgelegde weg}}{\text{tijd}}$$

Of in symbolen:

$$v = \frac{s}{t}$$

Bij een auto die 240 km aflegt in 3 uur bereken je de snelheid in km/h. Je kunt de snelheid ook in m/s uitdrukken. Wil je de snelheid in m/s weten? Dan deel je de uitkomst in km/h door 3,6. Er geldt immers:

$$3{,}6 \text{ km/h} = \frac{3{,}6 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{3600 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$$

Als je de snelheid van m/s om wilt rekenen naar km/h, dan moet je de uitkomst vermenigvuldigen met 3,6.

VOORBEELDOPDRACHT 2

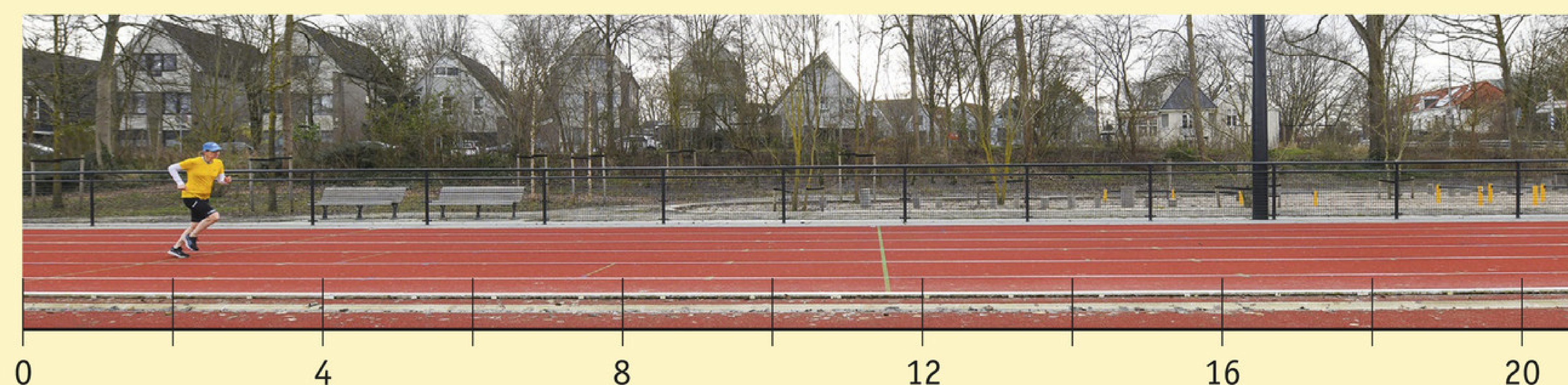
Bekijk de foto's in afbeelding 4. De tijd tussen twee opeenvolgende opnames is 1,0 s. Bereken hoe groot de snelheid van de hardloper in km/h is.

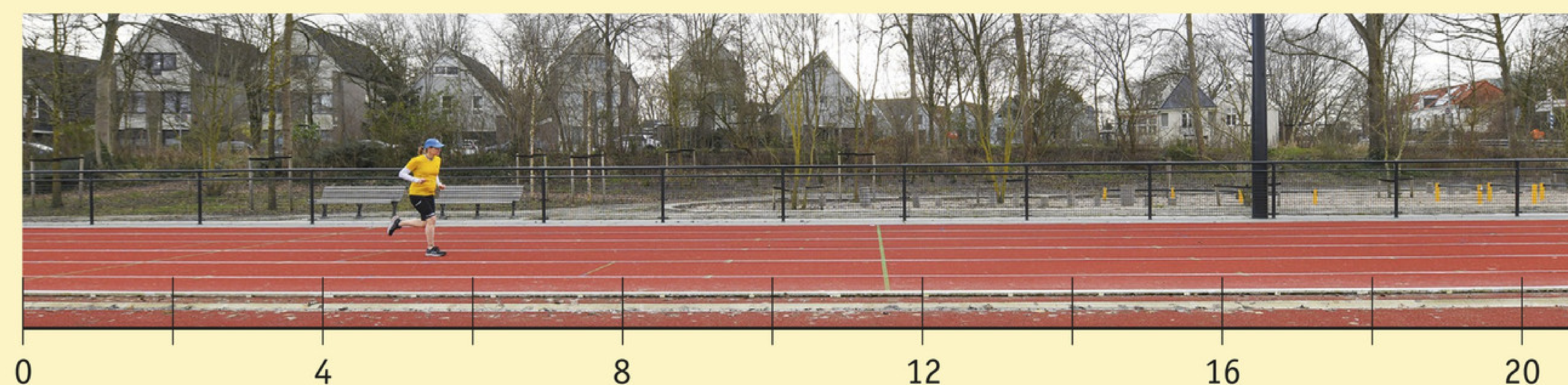
gegevens $s = 8{,}4 - 2{,}7 = 5{,}7$ m
$t = 2 \times 1{,}0 = 2{,}0$ s

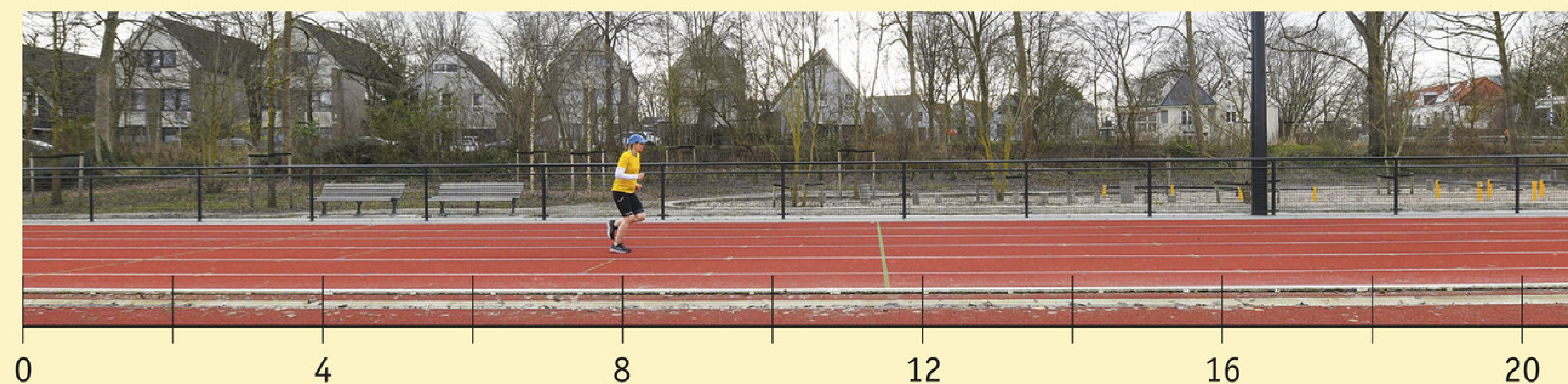
gevraagd $v = ?$ km/h

uitwerking $v = \frac{s}{t} = \frac{5{,}7}{2{,}0} = 2{,}85$ m/s $= 10{,}3$ km/h

afbeelding 4 Drie foto's van een eenparige beweging.



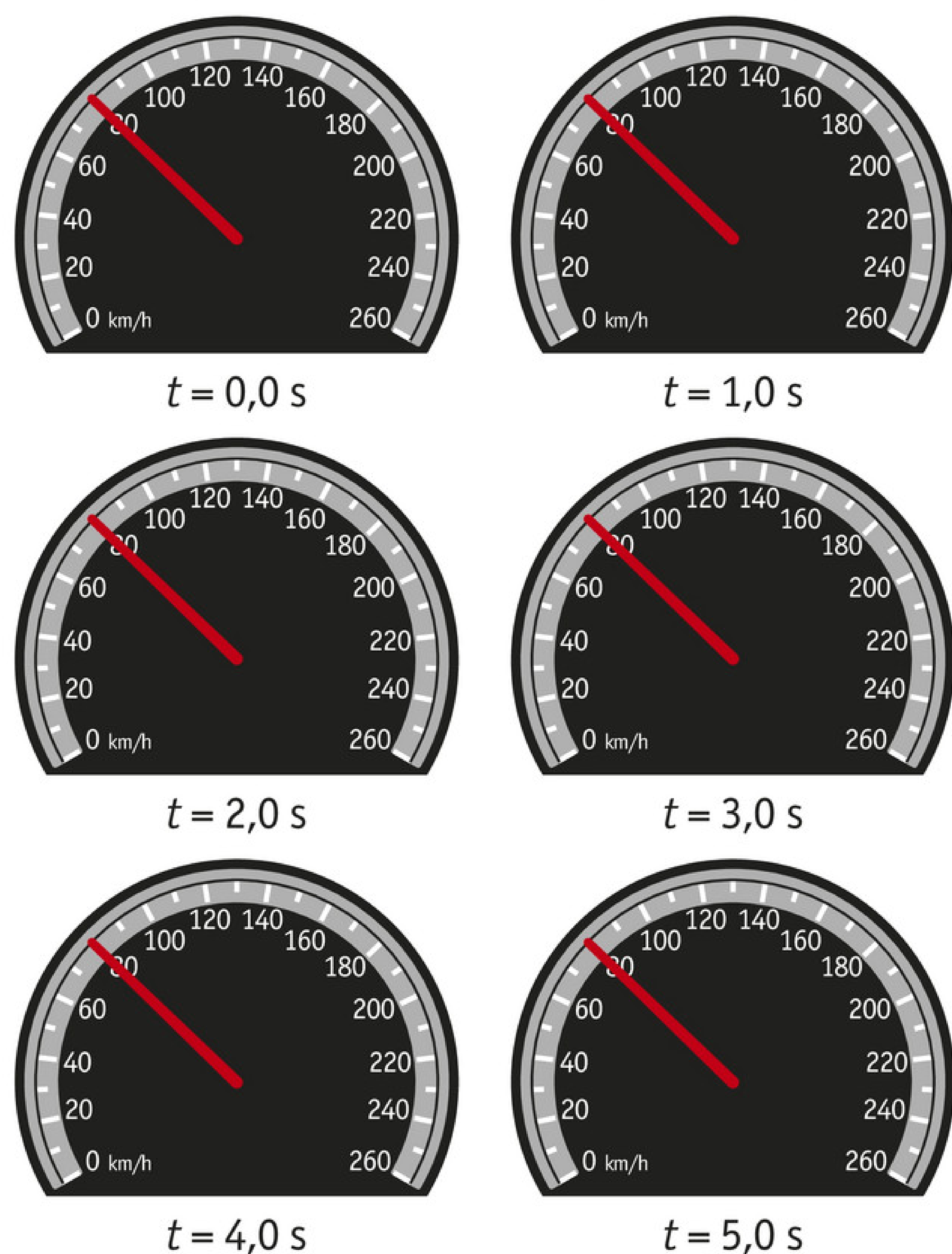


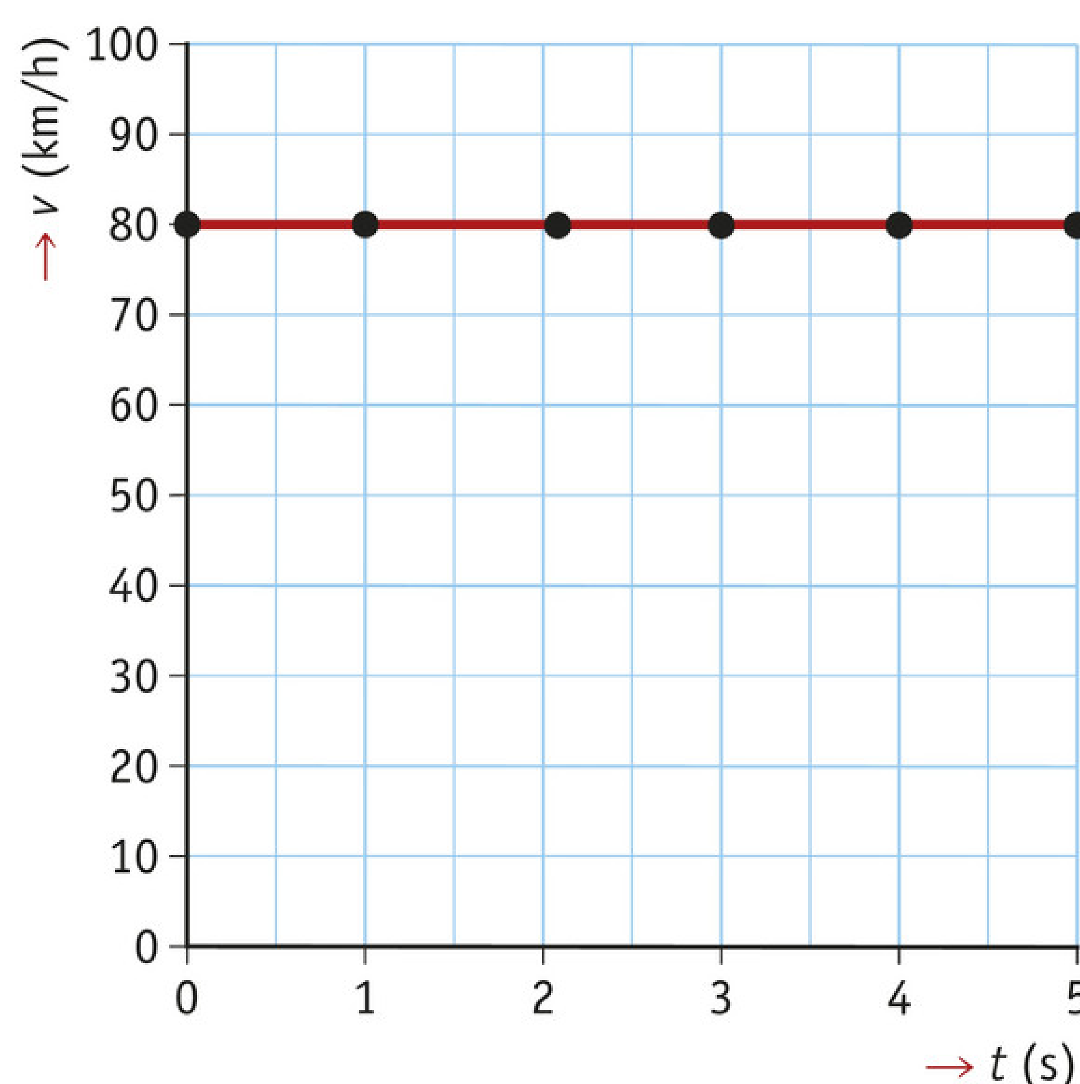


EEN SNELHEID-TIJDDIAGRAM MAKEN

Op de snelheidsmeter van een auto kun je zien hoe snel de auto op een bepaald moment beweegt. Als je de snelheidsmeter met tussenpozen van één seconde fotografeert, krijg je een serie afbeeldingen zoals in afbeelding 5a. In de afbeeldingen kun je aflezen hoe groot de snelheid is op t = 0,0 s, t = 1,0 s, t = 2,0 s, enzovoort.

afbeelding 5 De auto beweegt eenparig.





Met de gegevens uit afbeelding 5a kun je een snelheid-tijddiagram of **(*v*,*t*)-diagram** van de beweging tekenen. In afbeelding 5b zie je zo'n (v,t)-diagram. Langs de horizontale as staat de tijd (t), langs de verticale as de snelheid (v). Je ziet dat de snelheid constant blijft. De grafiek is een rechte lijn die horizontaal loopt.

Let erop dat je een (v,t)-diagram (snelheid,tijd) niet verwart met een (s,t)-diagram (afstand,tijd). Kijk altijd goed welke grootheden en eenheden langs de assen staan.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Wat is een eenparige beweging?

- ○ A een beweging langs een rechte lijn
- ○ B een beweging met constante snelheid
- ○ C een beweging waarbij de snelheid elke seconde evenveel groter wordt
- ○ D een beweging waarbij de snelheid elke seconde evenveel kleiner wordt

2 **a** In een (s,t)-diagram kun je weergeven hoe de afstand verandert gedurende de tijd. Welke grootheden staan langs de assen?

	horizontale as	*verticale as*
○ A	snelheid	tijd
○ B	tijd	snelheid
○ C	afgelegde weg	tijd
○ D	tijd	afgelegde weg

b In een (v,t)-diagram kun je weergeven hoe de snelheid verandert gedurende de tijd. Welke grootheden staan langs de assen?

	horizontale as	*verticale as*
○ A	snelheid	tijd
○ B	tijd	snelheid
○ C	afgelegde weg	tijd
○ D	tijd	afgelegde weg

3 Vul tabel 2 verder in.

tabel 2 Grootheden en eenheden.

grootheid	symbool	eenheid	symbool
afgelegde weg			m
		seconde	
			m/s

4 Eenheden van snelheid kun je naar elkaar omrekenen.

a Als je de snelheid van m/s om wilt rekenen naar km/h, dan moet je de uitkomst

....

b Als je de snelheid van km/h om wilt rekenen naar m/s, dan moet je de uitkomst

....

TOEPASSING

5  Zie de vaardigheid *Werken met eenheden*.
Hierna worden twee eenparige bewegingen beschreven.
Bereken de snelheid van elke beweging in km/h. Rond af op één decimaal.

a Jan-Willem loopt in 12 minuten van huis naar de sportschool. Zijn sportschool ligt op 1000 m van zijn woning.
Reken eerst de minuten om naar seconden.

....

....

....

....

....

....

b Nuri rijdt met zijn vader over een weg waarlangs hectometerpaaltjes staan. Ze doen 5,0 seconden over de afstand tussen twee paaltjes (100 m).

....

....

....

....

....

....

6 Reken de volgende snelheden om van m/s naar km/h.

a De topsnelheid van een sprinter op de 100 m is 12,0 m/s.

....

....

b De topsnelheid van een tennisbal na de opslag is 55,0 m/s.

....

....

7  De twee foto's in afbeelding 6 zijn genomen met een tussentijd van 5,0 s. De foto's zijn afgedrukt op schaal 1 : 200.
Bepaal met de gegevens uit de foto's de snelheid van de fietser.

....

....

....

....

....

afbeelding 6 Hoe snel beweegt deze eenzame fietser?





8 De oma van Jasper heeft een slingerklok (afbeelding 7). Ze trekt elke week de gewichten omhoog. De klok kan dan weer een week lopen. De gewichten zakken met een snelheid van 1,7 mm/h.
Bereken hoeveel centimeter de gewichten iedere week zakken. Rond af op een geheel getal.

....

....

....

....

....

....

....



afbeelding 7 Een slingerklok met gewichten.

9 Reken de volgende snelheden om van km/h naar m/s.

a De snelheid van een snorscooter is 25 km/h.

....

....

b De snelheid van een marathonloper is 20 km/h.

....

....

10 Een schaatser rijdt een ijsbaan rond met een constante snelheid van 35 km/h.
Bereken hoelang de schaatser nodig heeft om een rondje van 400 m af te leggen.

....

....

....

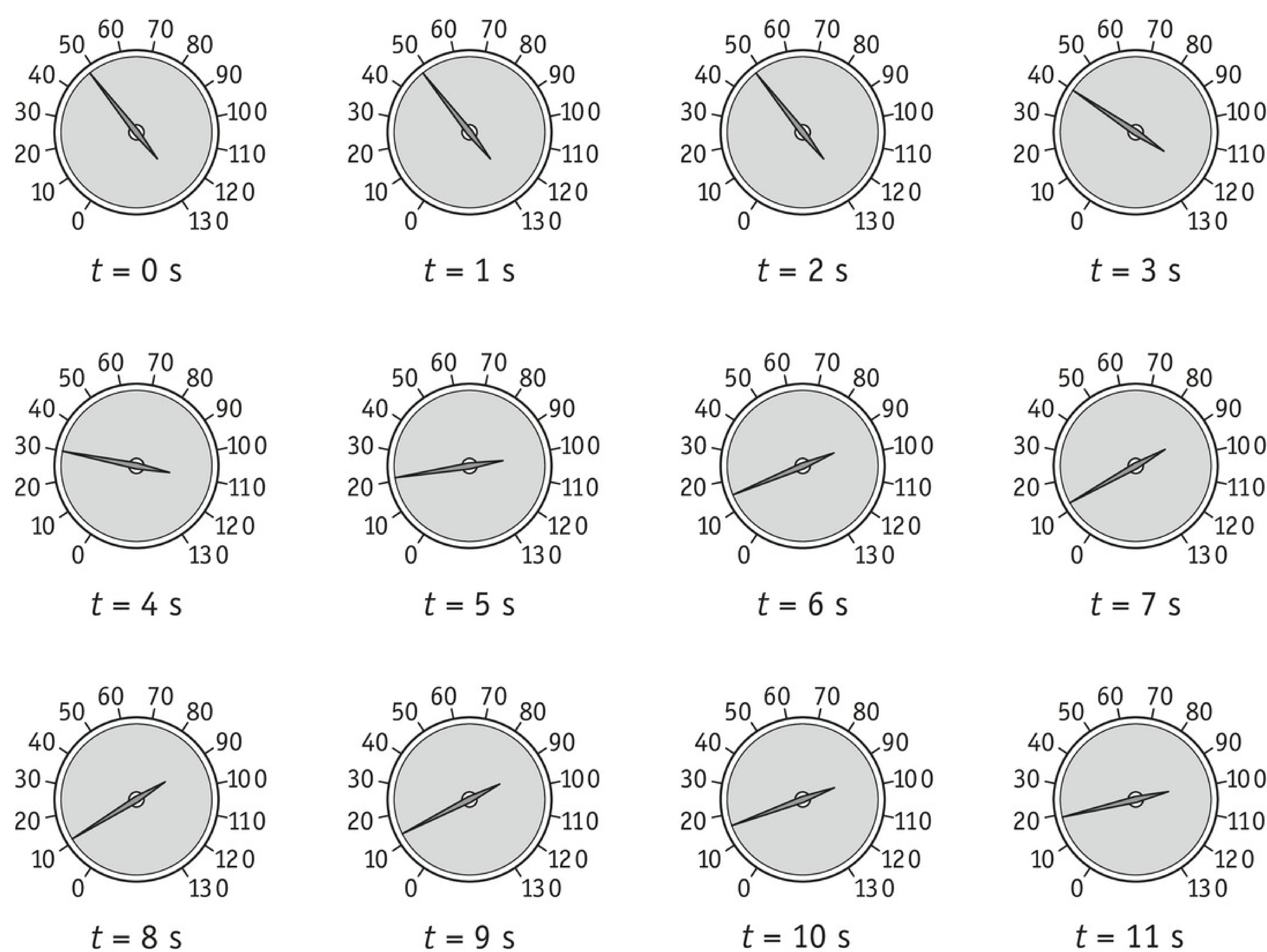
....

....

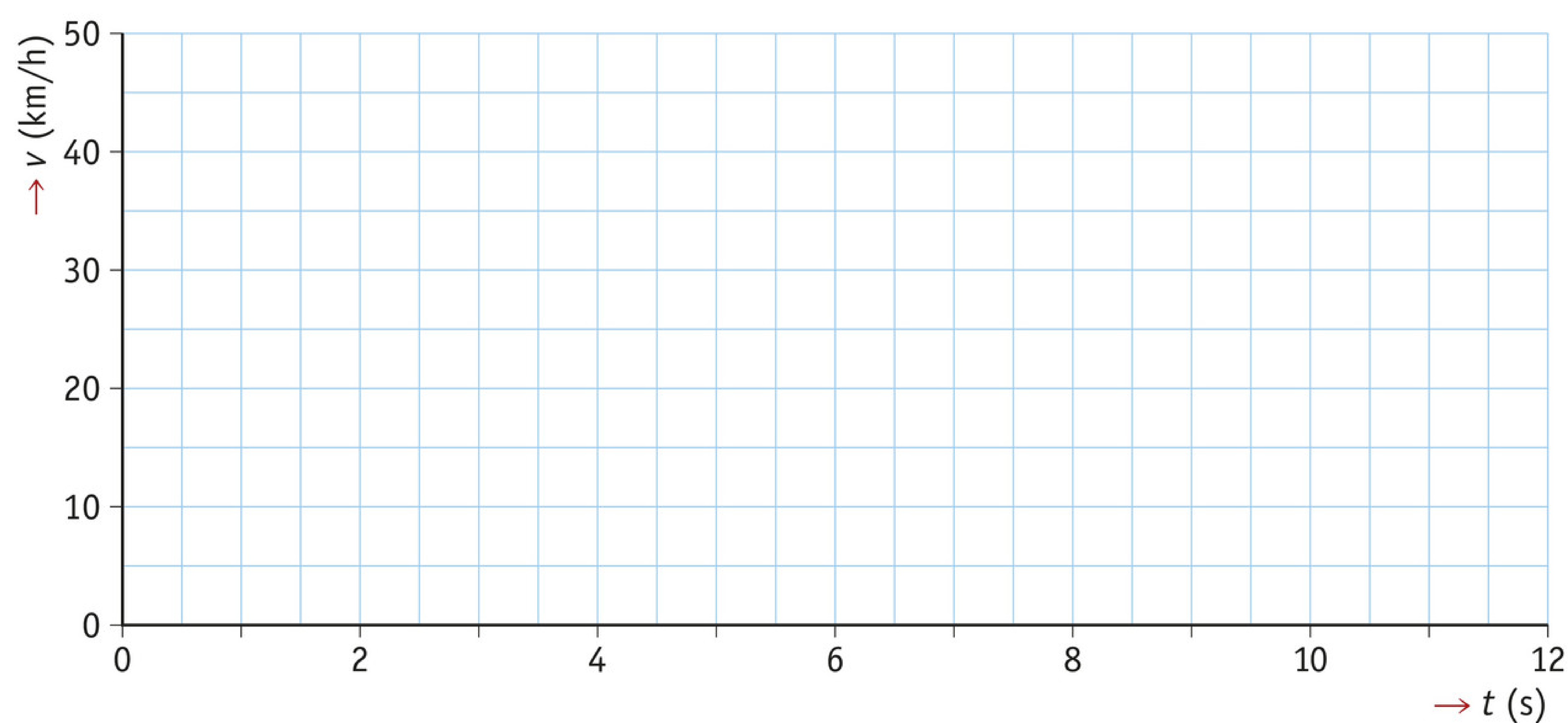
....

....

★ 11  Bart rijdt in zijn auto door de stad. Op een gegeven moment ziet hij dat de verkeerslichten even verderop op rood springen. Hij haalt z'n voet van het gas en begint te remmen. Maar voordat de auto helemaal stilstaat, springen de verkeerslichten alweer op groen. Bart geeft gas en rijdt verder. In afbeelding 8 zie je hoe de snelheid van Barts auto verandert. Teken in afbeelding 9 het (v,t)-diagram van deze beweging.



afbeelding 8 Dit geeft Barts snelheidsmeter aan.



afbeelding 9 Het (v,t)-diagram van Barts beweging.

★ 12 Tijdens een fietstocht wordt enkele keren gerust. Van die fietstocht is een (*s*,*t*)-diagram gemaakt.
Hoe herken je de rustpunten in dat (*s*,*t*)-diagram?

- ○ A De lijn van de grafiek daalt daar.
- ○ B De lijn van de grafiek loopt daar horizontaal.
- ○ C De lijn van de grafiek loopt daar over de horizontale as (is nul).
- ○ D De lijn van de grafiek stijgt daar minder snel.

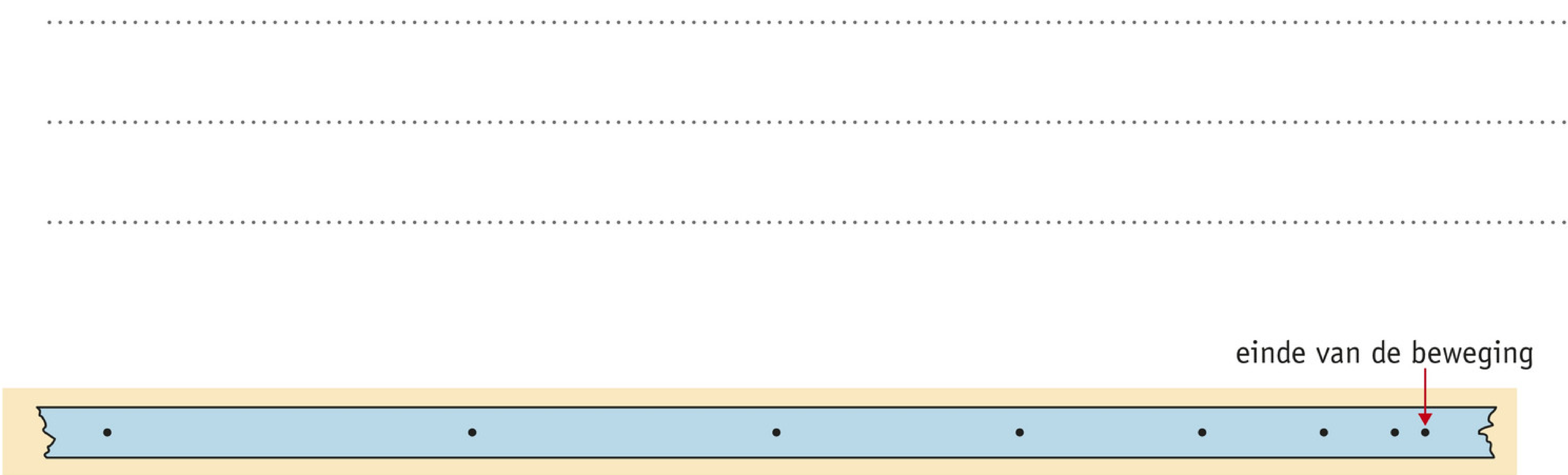
★ 13 Serge wil onderzoeken hoe een wagentje beweegt. Om de beweging vast te leggen, gebruikt hij een tijdtikker. Dat is een apparaatje dat met regelmatige tussenpozen stippen zet op een strook papier.
Voor de proef maakt Serge een strook papier vast aan het wagentje. Als het wagentje beweegt, trekt het de strook papier ondertussen door de tijdtikker, zodat er een serie stippen op het papier komt te staan.
In afbeelding 10 zie je het laatste gedeelte van Serges tikkerstrook. De tijdtikker heeft een frequentie van 50 Hz. Dat betekent dat hij 50 stippen per seconde zet.

a Vul tabel 3 verder in.
b Teken in afbeelding 11 het (*s*,*t*)-diagram van de beweging.
c Leg uit of de beweging van het wagentje een eenparige beweging is.

....

....

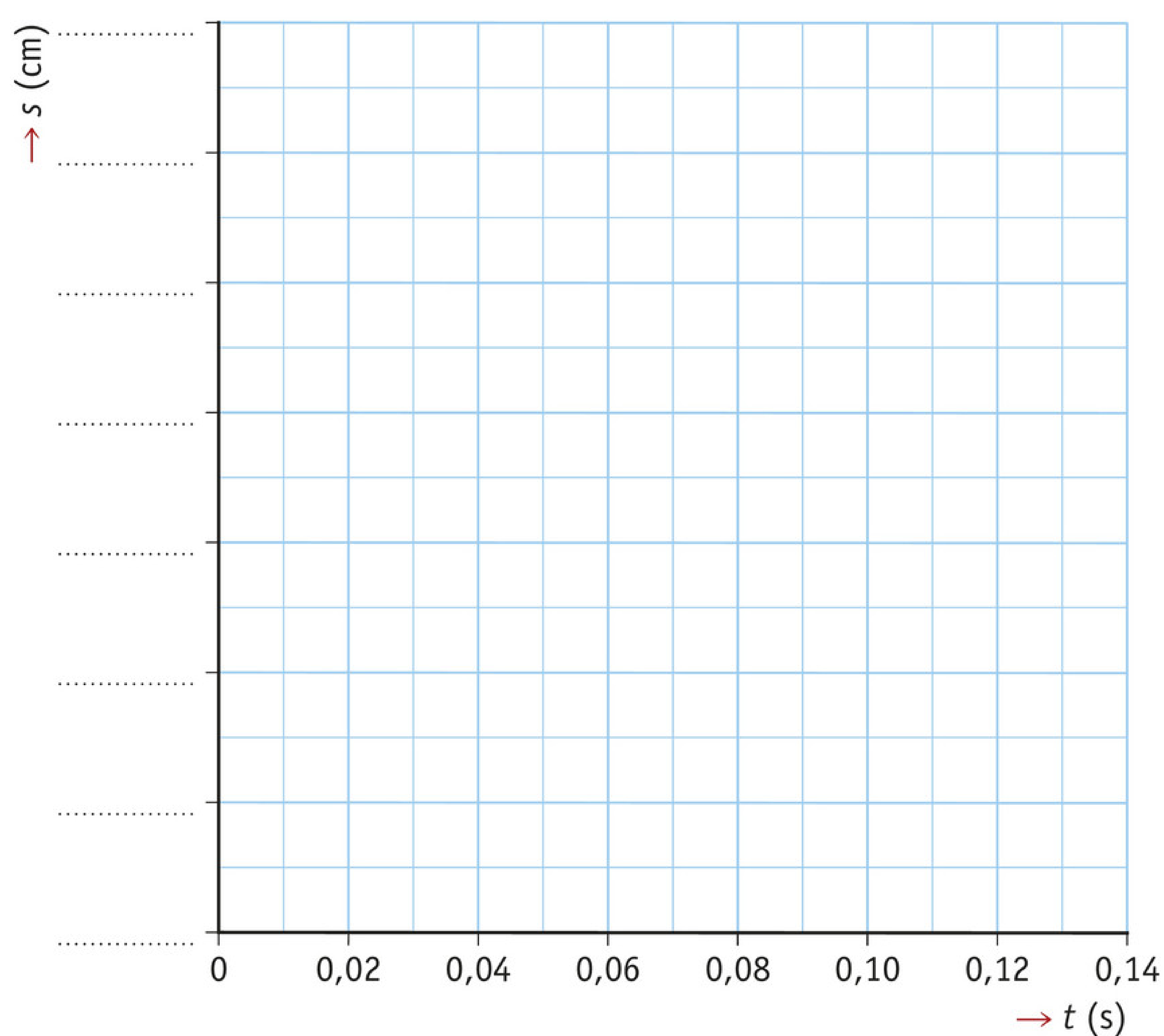
....



afbeelding 10 De tikkerstrook van Serge.

tabel 3 De (*s*,*t*)-tabel van Serges proef.

t (s)	*s* (cm)
0,00	0,0
0,02	3,6



afbeelding 11 Het (*s*,*t*)-diagram van Serges proef.

14 In afbeelding 12 zie je twee (*s*,*t*)-diagrammen van wandelaars Debby en Maartje.

a Welke soort beweging maken Debby en Maartje?

....

b Leg uit wie de grootste snelheid heeft.

....

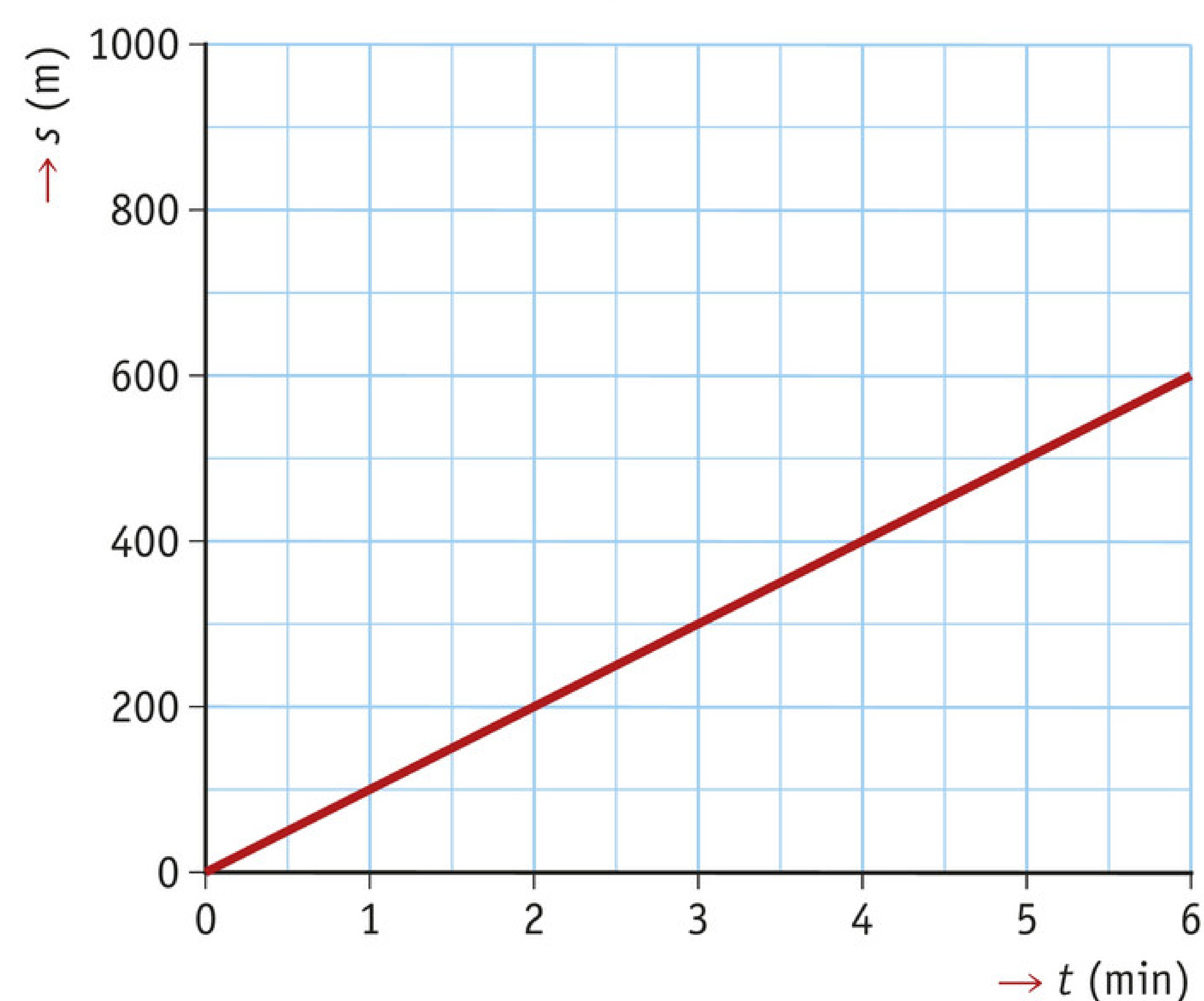
....

c Hoe kun je aan de grafieken zien wie de grootste snelheid heeft?

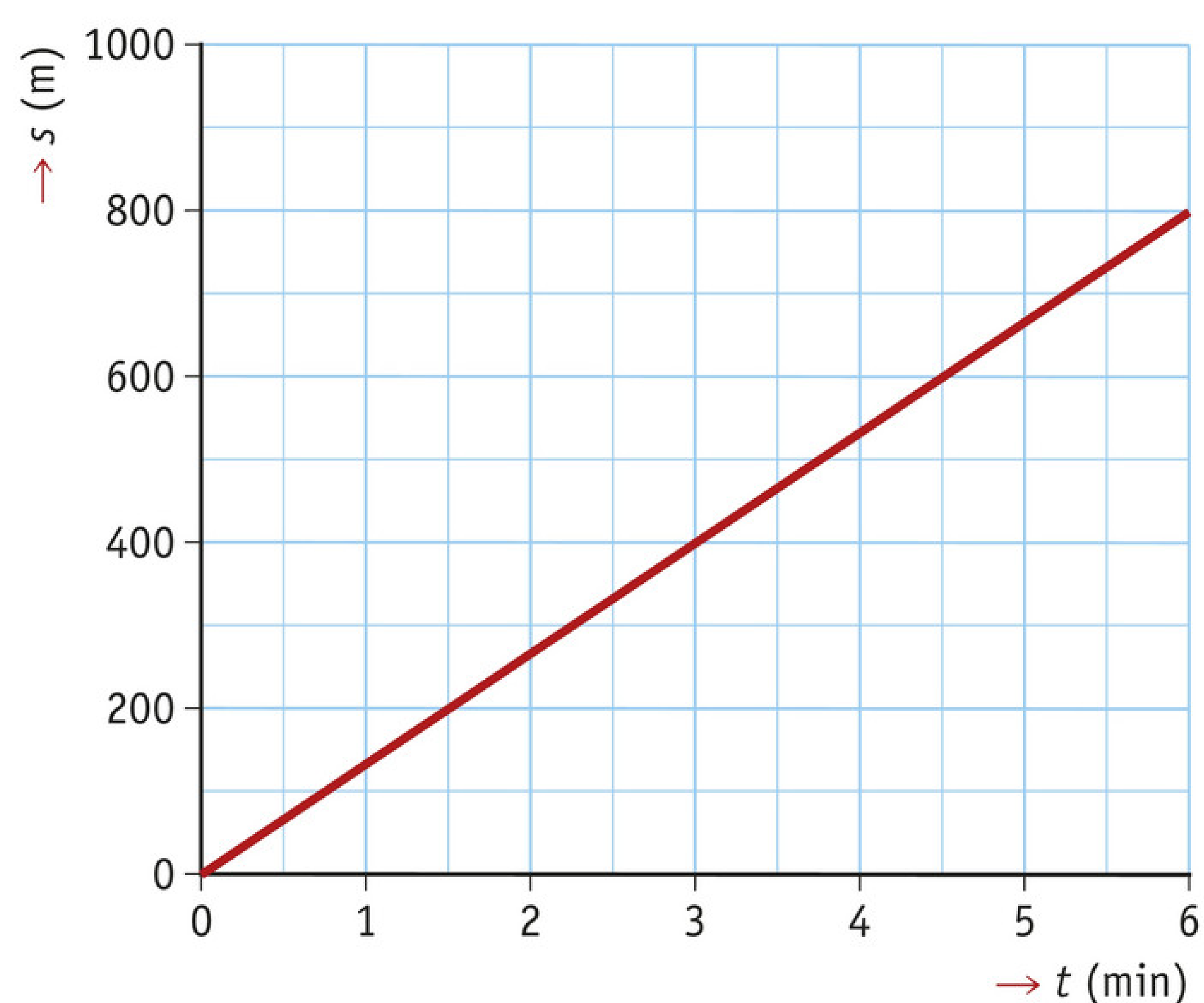
....

....

afbeelding 12 De (*s*,*t*)-diagrammen van Debby en Maartje.



Debby



Maartje



Test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Versnellen en vertragen

LEERDOELEN

14.2.1 Je kunt berekeningen maken met de gemiddelde snelheid, de afgelegde weg en de tijd.
14.2.2 Je kunt in een (*s*,*t*)-diagram en in een (*v*,*t*)-diagram versnelde en vertraagde bewegingen herkennen.
14.2.3 Je kunt beschrijven wat een eenparig versnelde beweging en een eenparig vertraagde beweging is.
14.2.4 Je kunt de afstand berekenen die tijdens een eenparig versnelde en een eenparig vertraagde beweging is afgelegd.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	14.2.1	14.2.2	14.2.3	14.2.4	14.1.4*	14.1.5*
Onthouden	5	4b	1, 2, 4a	4c		
Begrijpen		3, 11a, 13c			13a	
Toepassen	7, 8a	6b		9, 10ab, 12ab	13b	6a
Analyseren	8b	11b				

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

De snelheid van een bewegend voorwerp is vrijwel nooit constant. Als een scooter optrekt, neemt de snelheid toe. Van een scooter die remt voor een stoplicht neemt de snelheid juist af. Heeft dit invloed op de gemiddelde snelheid?

DE GEMIDDELDE SNELHEID

PROEF 1

Als je door een drukke stad fietst, kun je niet steeds dezelfde snelheid aanhouden. Je moet remmen, stoppen, wachten voor een stoplicht, weer snelheid maken, enzovoort. Vaak is het handig om je gemiddelde snelheid te kennen. Je krijgt dan een indruk hoe snel je eigenlijk vooruit bent gekomen, over de hele beweging gerekend.

Je kunt de **gemiddelde snelheid** van een beweging berekenen met de formule:

$$\text{gemiddelde snelheid} = \frac{\text{afgelegde weg}}{\text{tijd}}$$

Of in symbolen:

$$v_{gem} = \frac{s}{t}$$

In deze formule is:

- v_{gem} de gemiddelde snelheid in meter per seconde (m/s);
- *s* de afgelegde weg tijdens de beweging, in meter (m);
- *t* de tijd die de beweging heeft geduurd, in seconden (s).

VOORBEELDOPDRACHT 1

Pavel Koelizjnikov schaatste op 9 maart 2019 een wereldrecord op de 500 meter (afbeelding 1). Zijn eindtijd was 33,61 s. Bereken de gemiddelde snelheid tijdens zijn race in km/h.

gegevens s = 500 m
t = 33,61 s

gevraagd v_{gem} = ? m/s

uitwerking $v_{gem} = \frac{s}{t} = \frac{500}{33{,}61} = 14{,}9$ m/s

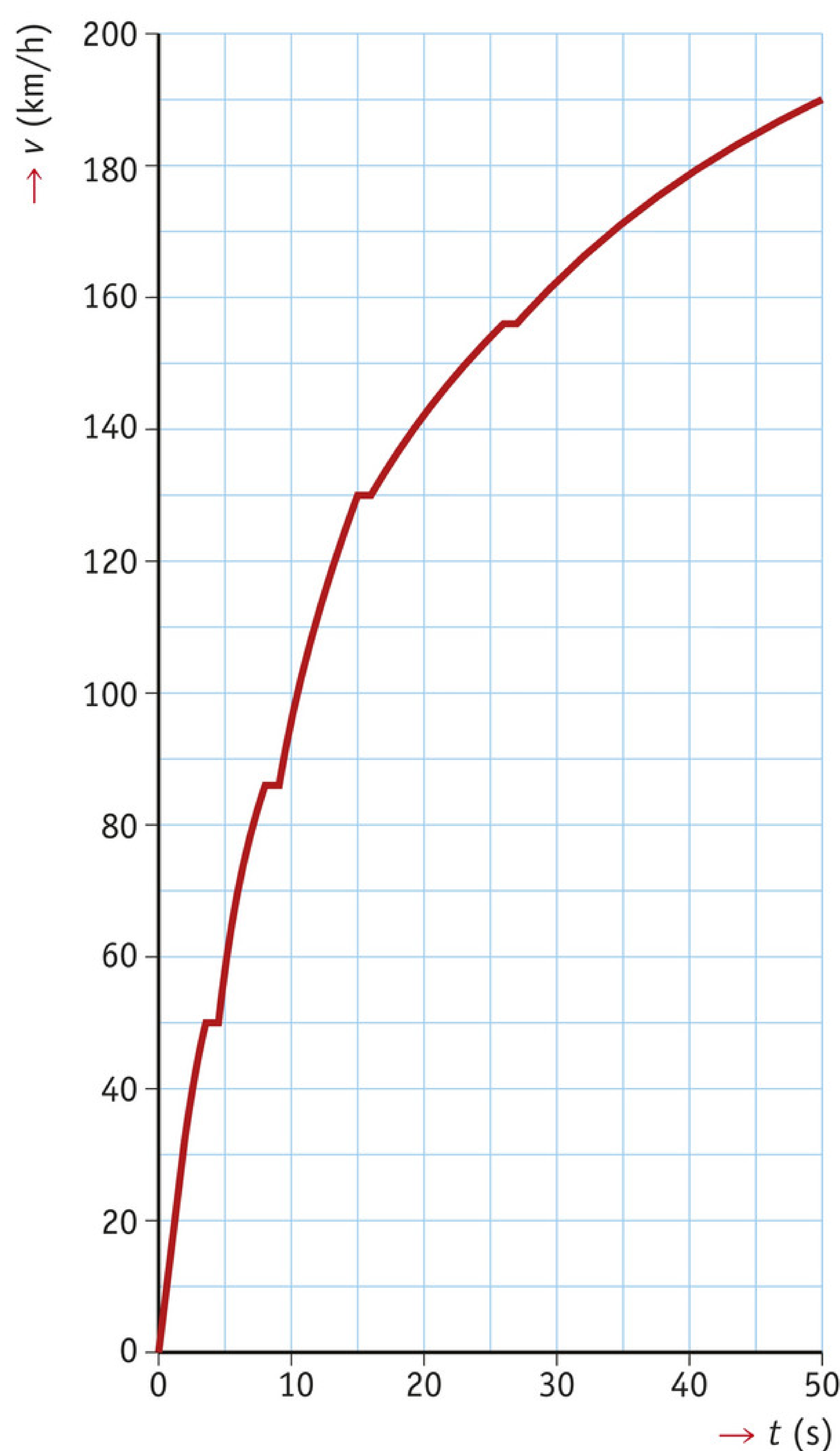


afbeelding 1 Pavel Koelizjnikov op weg naar het wereldrecord op de 500 meter.

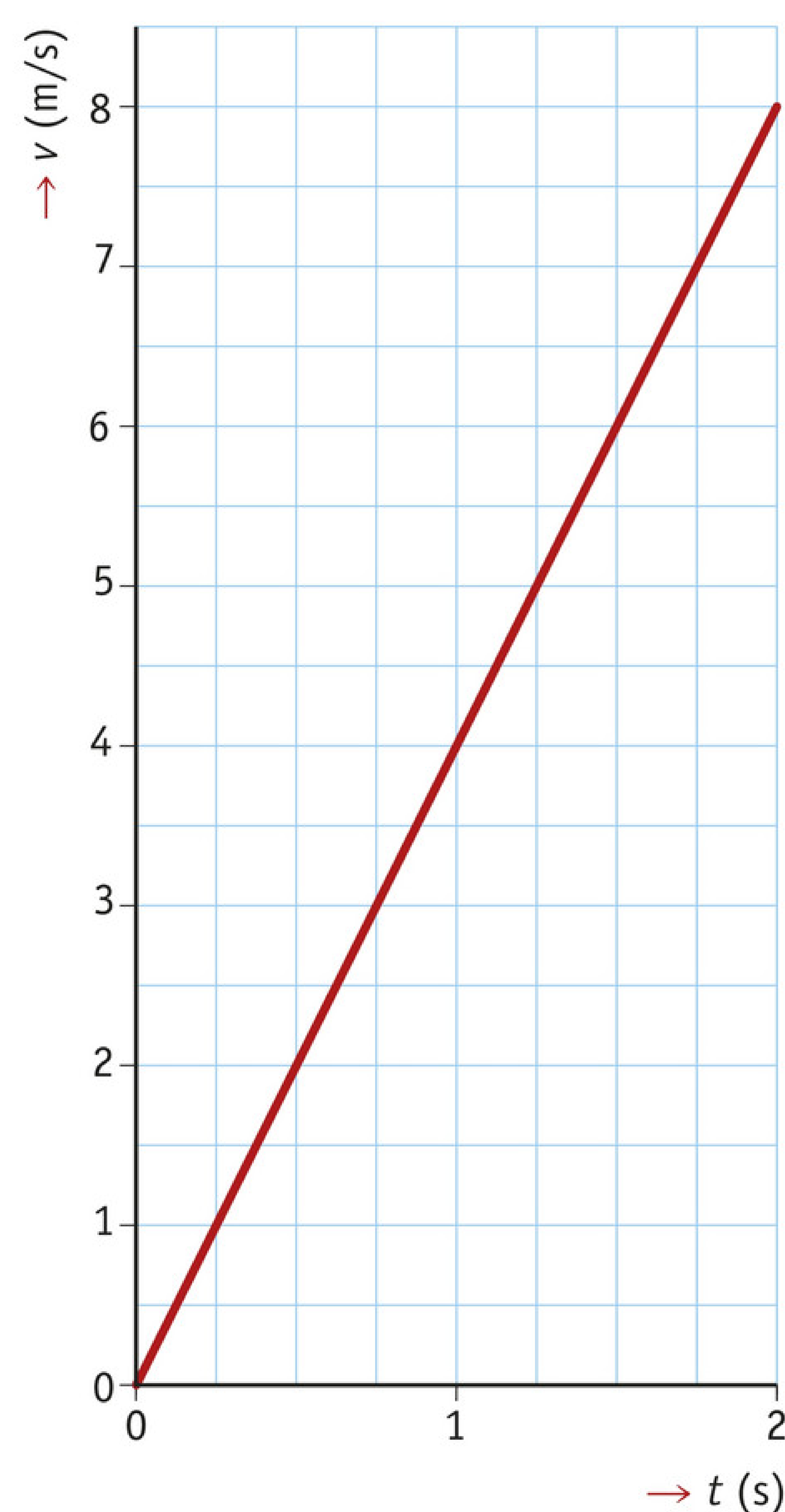
EENPARIG VERSNELDE BEWEGING

In afbeelding 2 zie je een (v,t)-diagram uit het testrapport van een auto. De auto trekt tijdens de test op van 0 km/h naar 190 km/h.

In afbeelding 3 is alleen het begin van de beweging weergegeven. Je ziet dat de snelheid in de eerste twee seconden gelijkmatig toeneemt. Na één seconde is de snelheid 4 m/s, na twee seconden 8 m/s. Er komt dus elke seconde 4 m/s bij. Zo'n beweging waarvan de snelheid gelijkmatig groter wordt, heet een **eenparig versnelde beweging**.



afbeelding 2 Zo trekt een auto op van 0 naar 190 km/h.



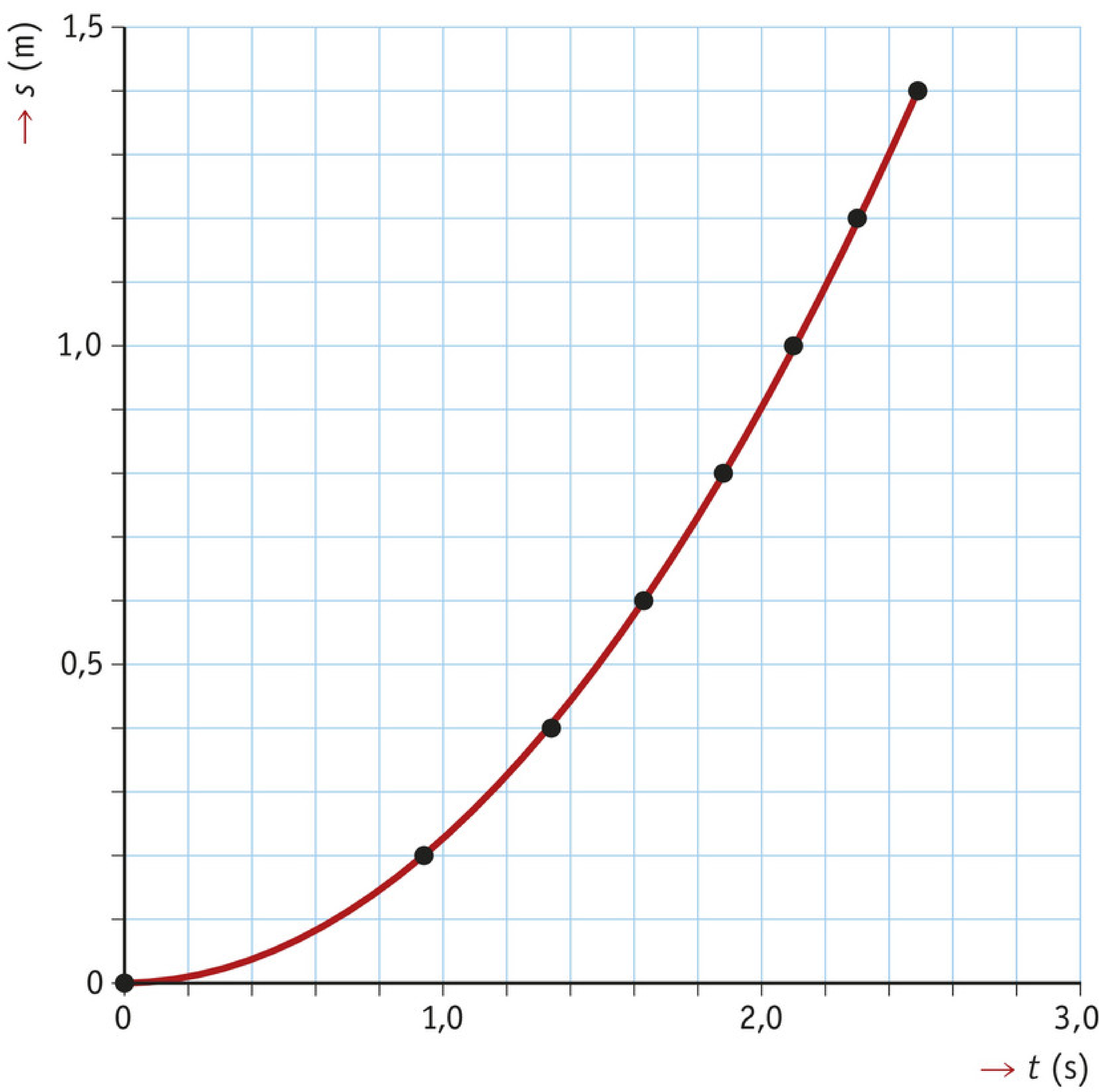
afbeelding 3 Zo versnelt de auto in de eerste twee seconden.

In tabel 1 zie je de meetresultaten van een proef met een wagentje dat een helling afrijdt. Tijdens de proef is eerst gemeten hoeveel tijd nodig is om de eerste 20 cm af te leggen. Daarna is de tijd gemeten die nodig is voor 40 cm, 60 cm, 80 cm, enzovoort.

tabel 1 Afstand bij een eenparig versnelde beweging.

tijd (s)	afstand (m)
0	0
0,94	0,20
1,34	0,40
1,63	0,60
1,88	0,80
2,10	1,00
2,30	1,20
2,50	1,40

Met de gegevens van tabel 1 is het (*s*,*t*)-diagram in afbeelding 4 getekend. De grafiek is een kromme die steeds steiler omhoog loopt. Doordat de snelheid steeds groter wordt, neemt de afstand steeds sneller toe. Zo'n grafiek noem je een (halve) dalparabool. Het (*s*,*t*)-diagram van een eenparig versnelde beweging heeft altijd deze vorm.

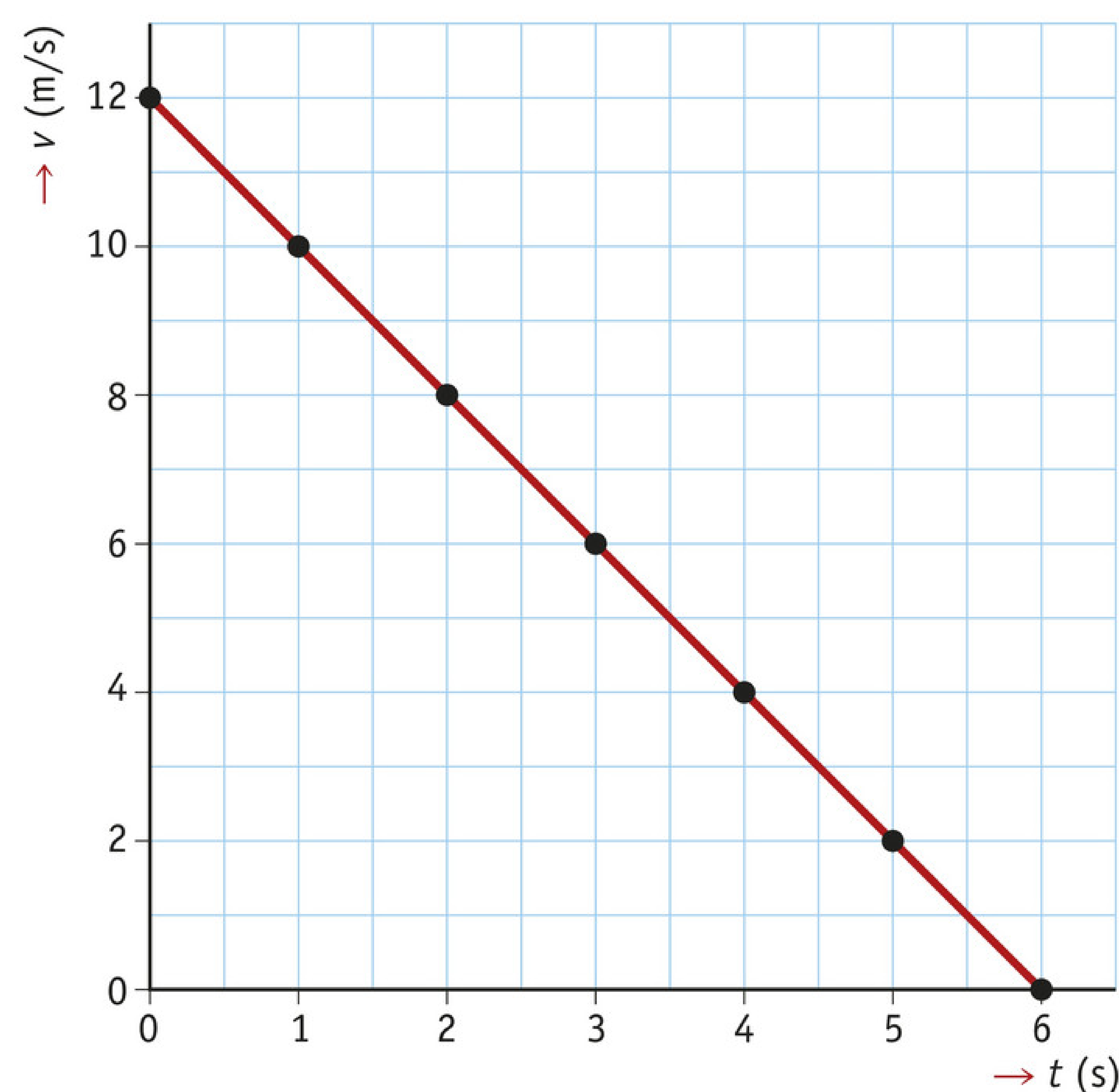


afbeelding 4 Het (*s*,*t*)-diagram van een eenparig versnelde beweging.

EENPARIG VERTRAAGDE BEWEGING

PROEF 2

In afbeelding 5 is het (*v*,*t*)-diagram getekend van een auto die afremt voor een stoplicht. Je ziet dat de snelheid gelijkmatig afneemt tot de auto stilstaat: dit is een **eenparig vertraagde beweging**. Het (*v*,*t*)-diagram van zo'n beweging is een rechte lijn die schuin omlaag loopt.



afbeelding 5 Het (*v*,*t*)-diagram van een eenparig vertraagde beweging.

Je kunt uit het (*v*,*t*)-diagram aflezen dat de beginsnelheid 12 m/s is. Na 1 s is de snelheid 10 m/s, na 2 s is de snelheid 8 m/s, na 3 s is de snelheid 6 m/s, enzovoort. De snelheid neemt dus elke seconde af met 2 m/s.

In afbeelding 6 is het (*s*,*t*)-diagram van de eenparig vertraagde beweging van de auto getekend. De grafiek is een kromme die steeds minder steil omhoog loopt: de snelheid wordt steeds kleiner en daardoor gaat de grafiek van de afgelegde weg steeds langzamer omhoog. Zo'n grafiek noem je een (halve) bergparabool. Deze vorm is kenmerkend voor de eenparig vertraagde beweging.



afbeelding 6 Het (*s*,*t*)-diagram van een eenparig vertraagde beweging.

AFGELEGDE WEG BIJ EENPARIGE VERSNELLING EN VERTRAGING

Als een auto versneld beweegt, legt hij tijdens die beweging een bepaalde afstand af. Je kunt (zoals bij elke beweging) de afstand die een auto aflegt tijdens een **versnelde beweging** berekenen met:

afgelegde weg = gemiddelde snelheid × tijd

Of in symbolen:

$$s = v_{gem} \cdot t$$

Bij een eenparig versnelde beweging ligt de gemiddelde snelheid precies halverwege de beginsnelheid en de eindsnelheid. Als de beginsnelheid 3 m/s is en de eindsnelheid 9 m/s, dan is de gemiddelde snelheid dus 6 m/s.

Vaak kun je in één oogopslag aan de getallen zien hoe groot de gemiddelde snelheid is. Je hoeft geen berekening uit te voeren om te zien dat 6 precies tussen 3 en 9 in ligt. Als de getallen lastiger zijn, kun je de volgende formule gebruiken:

$$\text{gemiddelde snelheid} = \frac{\text{beginsnelheid} + \text{eindsnelheid}}{2}$$

Of in symbolen:

$$v_{gem} = \frac{v_b + v_e}{2}$$

In deze formule is:
- v_{gem} de gemiddelde snelheid in meter per seconde (m/s);
- v_b de beginsnelheid in meter per seconde (m/s);
- v_e de eindsnelheid in meter per seconde (m/s).

VOORBEELDOPDRACHT 2

Een auto rijdt met 45 km/h een dorp uit. Na het bord dat het einde van de bebouwde kom aangeeft (afbeelding 7), versnelt de auto eenparig in vijf seconden van 45 km/h naar 81 km/h. Bereken de afstand die de auto in die tijd aflegt.



afbeelding 7 Einde bebouwde kom: je mag weer versnellen.

gegevens $v_b = 45$ km/h = 12,5 m/s
$v_e = 81$ km/h = 22,5 m/s
$t = 5$ s

gevraagd $s = ?$ m

uitwerking $v_{gem} = \frac{v_b + v_e}{2} = \frac{12{,}5 + 22{,}5}{2} = \frac{35}{2} = 17{,}5$ m/s

$s = v_{gem} \cdot t = 17{,}5 \times 5 = 87{,}5$ m

Let op: de berekening van de afgelegde weg is bij een eenparig versnelde beweging anders dan bij een eenparige beweging:

- Bij een eenparige beweging is de snelheid constant.
  Deze snelheid kun je rechtstreeks invullen in de formule: $s = v_{gem} \cdot t$
- Bij een eenparig versnelde beweging is de snelheid niet constant.
  Je moet vaak eerst de gemiddelde snelheid uitrekenen. Daarna kun je deze invullen in de formule: $s = v_{gem} \cdot t$



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Wanneer noem je een beweging eenparig vertraagd?

○ A als de snelheid constant zeer langzaam is
○ B als de snelheid gelijkmatig afneemt
○ C als de snelheid steeds langzamer afneemt

2 Hoe ziet het (*s*,*t*)-diagram van een eenparig vertraagde beweging eruit?

○ A Het is een halve bergparabool.
○ B Het is een hele bergparabool.
○ C Het is een halve dalparabool.
○ D Het is een hele dalparabool.

3 In afbeelding 8 zie je vier diagrammen.
Welk diagram is het (*v*,*t*)-diagram van een eenparig vertraagde beweging?

○ A diagram 1
○ B diagram 2
○ C diagram 3
○ D diagram 4

afbeelding 8 Wat is het goede (*v*,*t*)-diagram?

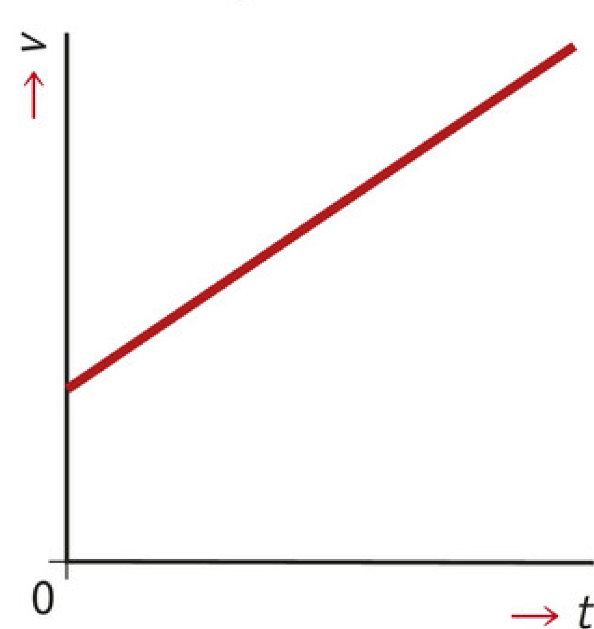


diagram 1

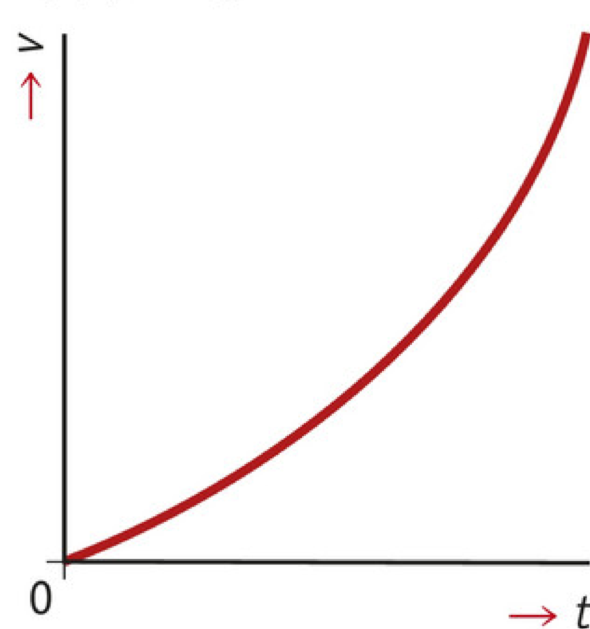


diagram 2

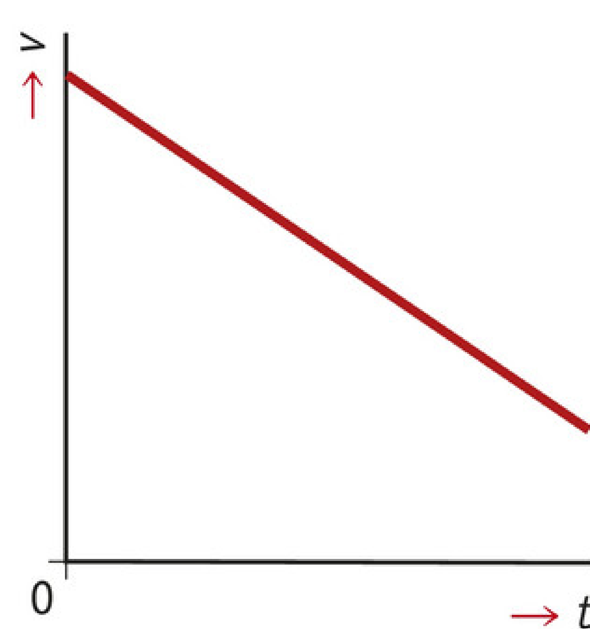


diagram 3

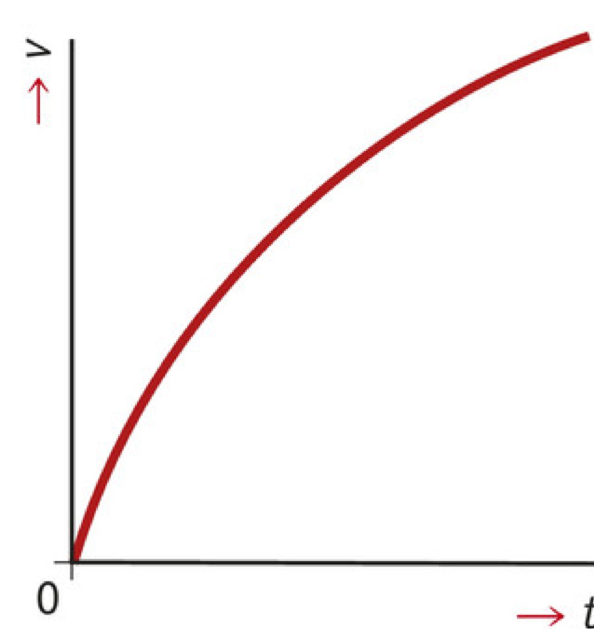


diagram 4

4 Vul in.

a Als de snelheid van een beweging gelijkmatig toeneemt, is de beweging .... versneld.

b Als je het (s,t)-diagram van zo'n versnelde beweging tekent, krijg je een kromme die steeds .... omhoog loopt. Zo'n grafiek noem je een (halve) ....

c Bij een eenparig versnelde beweging ligt de .... snelheid precies halverwege de .... en de ....

5 Met welke formule bereken je de gemiddelde snelheid?

....

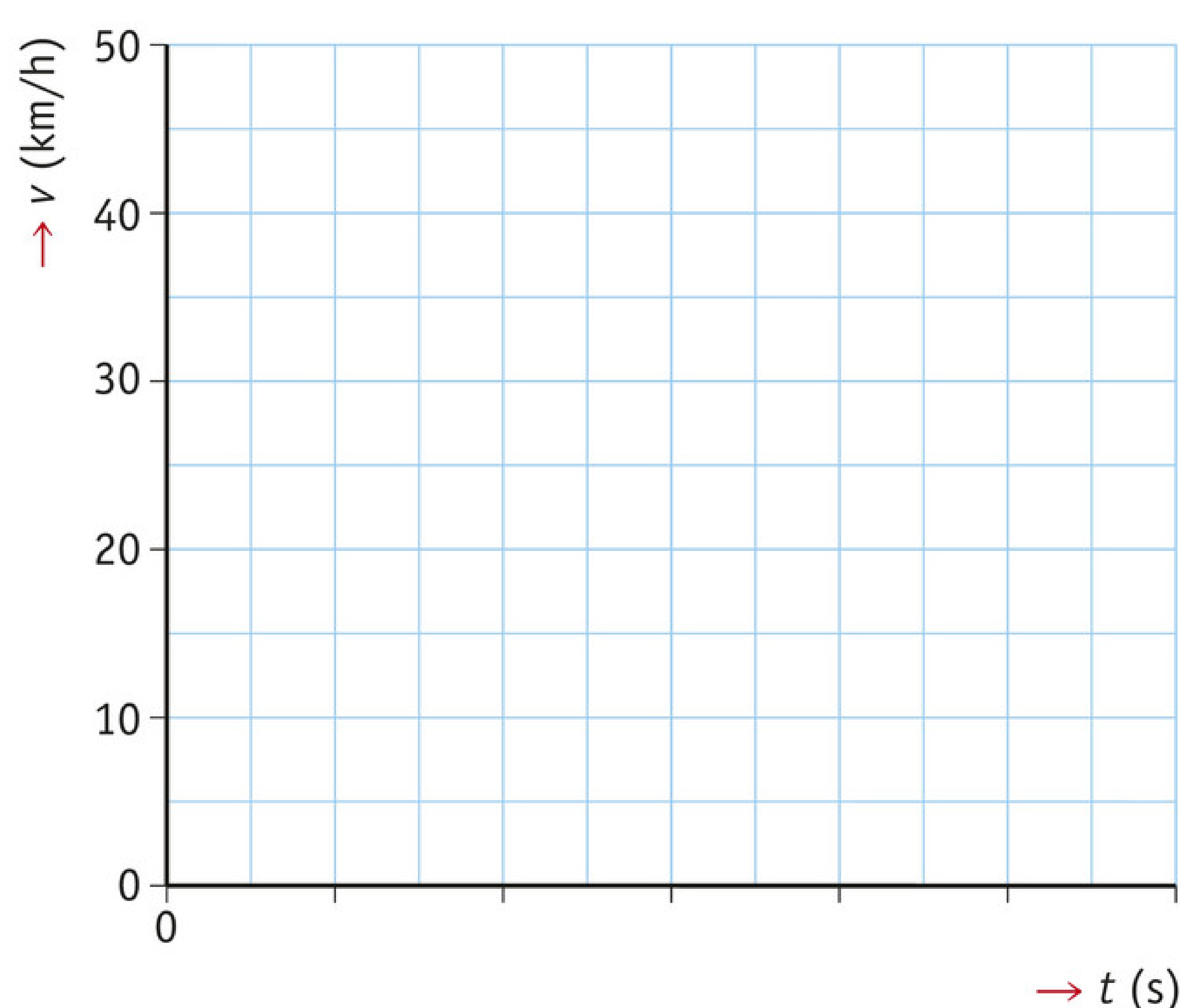
TOEPASSING

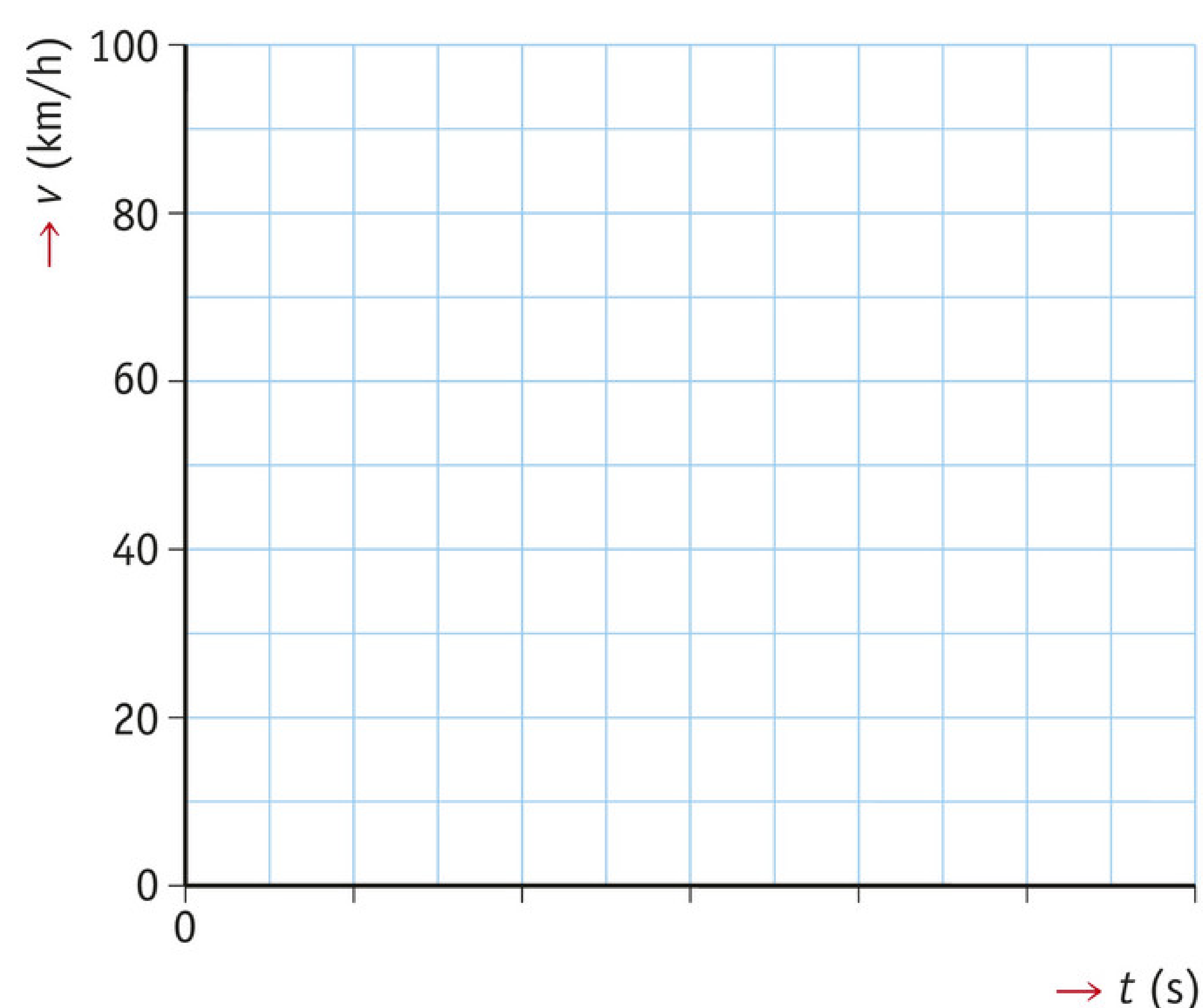
6  Schets in afbeelding 9 de (v,t)-diagrammen van de volgende bewegingen.

a Een schaatser rijdt een ijsbaan rond met een constante snelheid van 28 km/h.

b Een skispringer daalt een skischans af met een snelheid die constant groter wordt. Zijn eindsnelheid is 90 km/h.

afbeelding 9 Twee bewegingen.





7 Een deelnemer aan de triatlon legt de 3,8 km zwemmen af in 2 uur. De 180 km fietsen doet hij in 5 uur. Over de 42 km hardlopen doet hij 3 uur.
Bereken de gemiddelde snelheid voor de hele triatlon.

....

....

....

....

★ 8 Victor fietst met een gemiddelde snelheid van 25 km/h op zijn e-bike naar zijn werk. Hij moet om 8:25 uur op zijn werk zijn. Victor moet 11 km fietsen.

a Victor vertrekt om 08:00 uur.
Bereken of hij op tijd op zijn werk aan komt.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

b Als het stormt, kan Victor niet zo snel fietsen. Hij rijdt dan gemiddeld 15 km/h.
Hoe laat moet Victor dan vertrekken?

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

9 Een auto passeert het bord 'einde bebouwde kom'. De automobilist drukt het gaspedaal in. In 4,5 seconden loopt de snelheid op van 51 naar 85 km/h. De beweging is eenparig versneld.
Bereken hoe groot de gemiddelde snelheid van de auto is.

....

....

....

....

Werken als fitnessinstructeur — beroep



Lianne (26) is fitnessinstructeur. Ze begeleidt voornamelijk bootcampgroepen. Lianne heeft altijd veel aan sport gedaan. Ze was vaak te vinden in de sportschool. Toen Lianne moest kiezen voor een vervolgopleiding, is ze naar een studiekeuzebeurs gegaan. Daar zag ze bij een stand mensen in trainingspakken, die informatie gaven over de mbo-opleiding Sport- en bewegingsleider (niveau 3).

Lianne: "Ik was meteen enthousiast. Lekker veel sporten tijdens mijn opleiding leek me wel wat. Tijdens mijn opleiding heb ik inderdaad veel gesport. Maar ik heb ook geleerd hoe ik een les in elkaar moet zetten." Andere vakken tijdens haar opleiding waren trainen en gezondheid en EHBO. Lianne denkt dat ze dit werk nog wel jaren wil doen. Ze droomt van een eigen sportschool.

10 Lees de tekst 'Werken als fitnessinstructeur'.
Lianne traint met een bootcampgroep. De groep legt een trimparcours af in 50 minuten. De groep loopt niet met een constante snelheid. Een vereenvoudigd (v,t)-diagram van de beweging van de groep zie je in afbeelding 10.

a Bereken welke afstand de groep heeft afgelegd (in km):
- van 0 tot 20 min

....

....

....

....

....

- van 20 tot 40 min

....

....

....

....

....

- van 40 tot 50 min

....

....

....

....

....

b Bereken de gemiddelde snelheid van de groep over de totale 50 minuten.

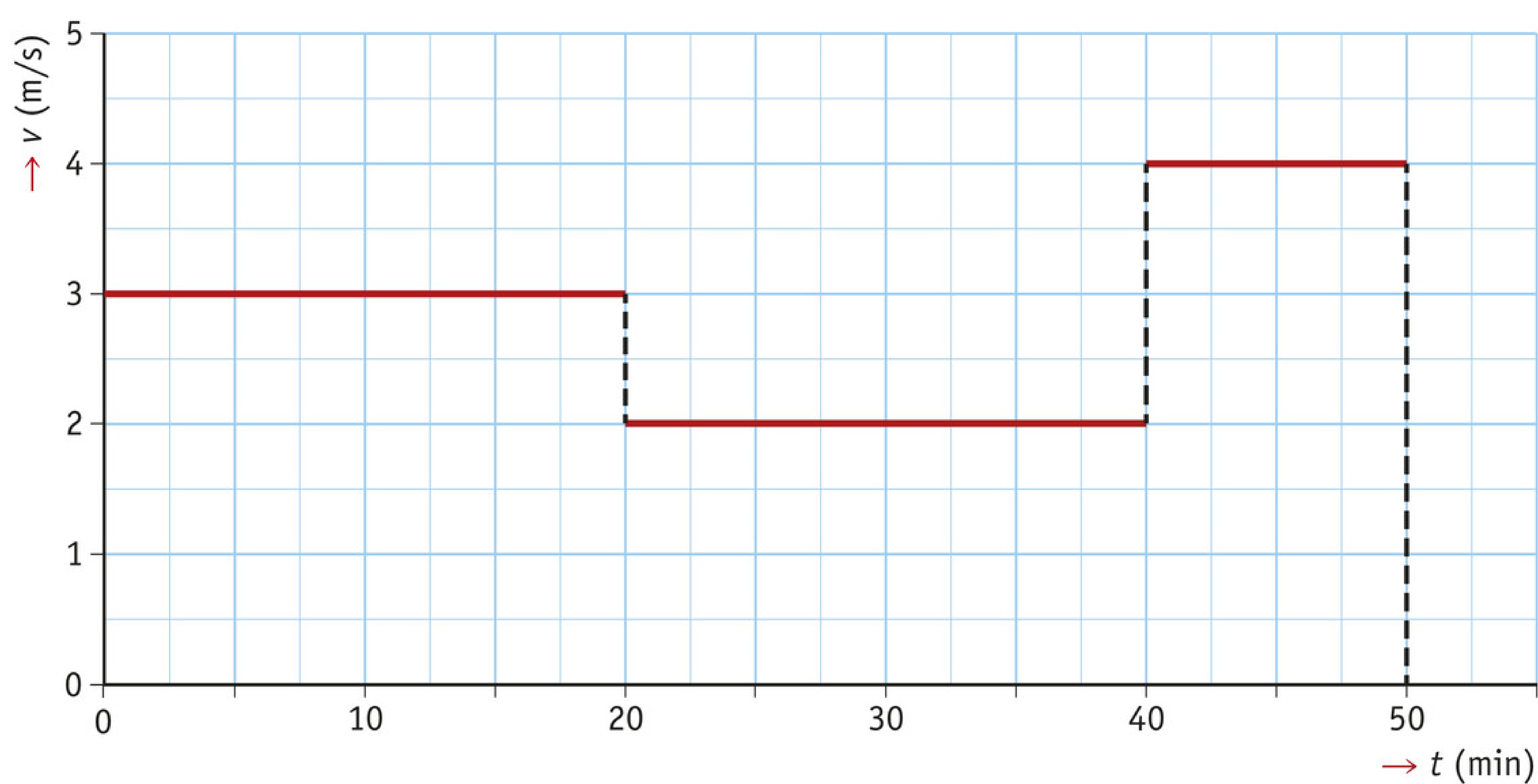
....

....

....

....

....



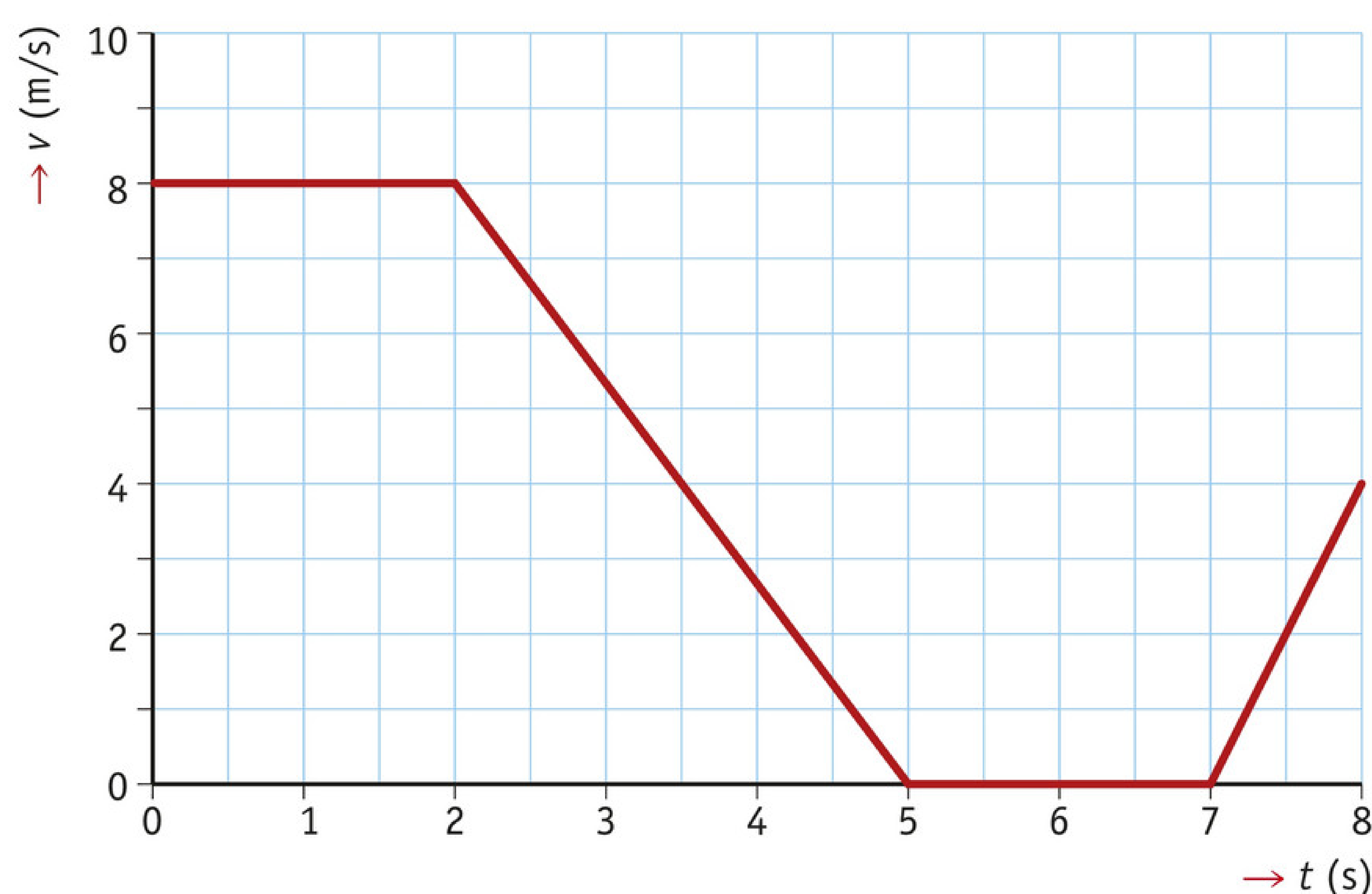
afbeelding 10 Het (v,t)-diagram van de bootcampgroep.

★ 11 Peter en Belinda doen een practicum met de computer. Met een speciale sensor en een computerprogramma meten ze gedurende 8 seconden de beweging van een fietser. Op het beeldscherm zien Peter en Belinda het (*v*,*t*)-diagram van de beweging (afbeelding 11).

a In welk tijdsinterval is de beweging eenparig versneld?
- ○ A tussen $t = 0$ en $t = 2$ s
- ○ B tussen $t = 2$ en $t = 5$ s
- ○ C tussen $t = 5$ en $t = 7$ s
- ○ D tussen $t = 7$ en $t = 8$ s

b Met het computerprogramma kunnen Peter en Belinda van de beweging ook een (*s*,*t*)-diagram maken. In afbeelding 12 zie je drie diagrammen.
Wat is het correcte (*s*,*t*)-diagram?
- ○ A diagram A
- ○ B diagram B
- ○ C diagram C

afbeelding 11 Het (*v*,*t*)-diagram op het scherm van de computer.



afbeelding 12 Hoe ziet het (*s*,*t*)-diagram eruit?

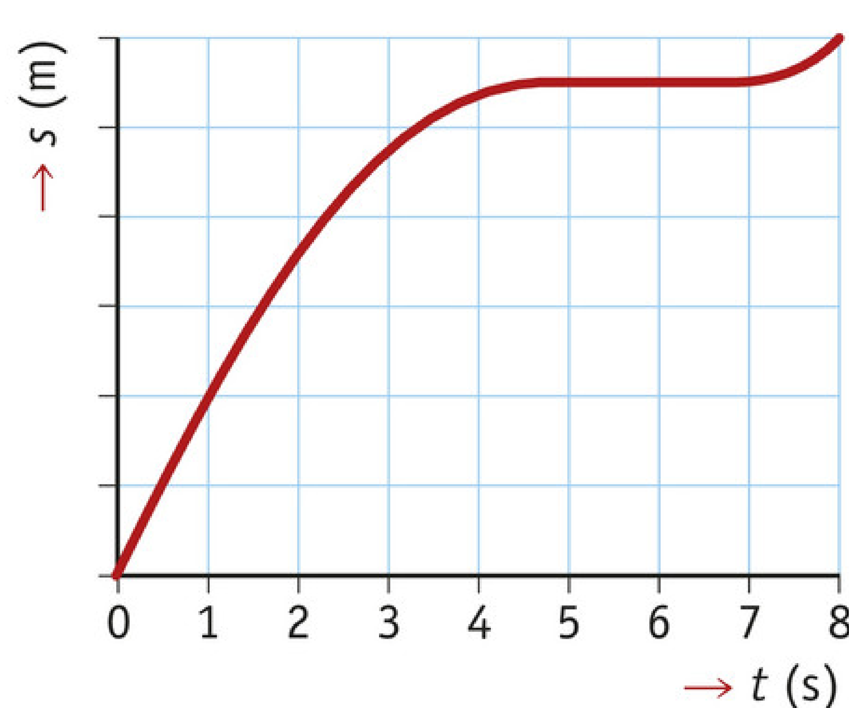


diagram A

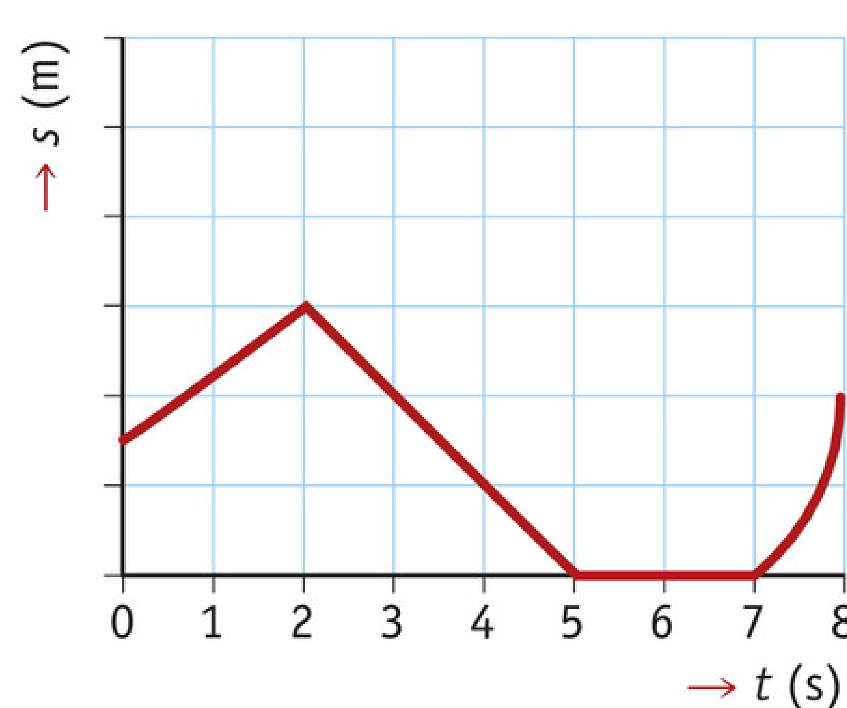


diagram B

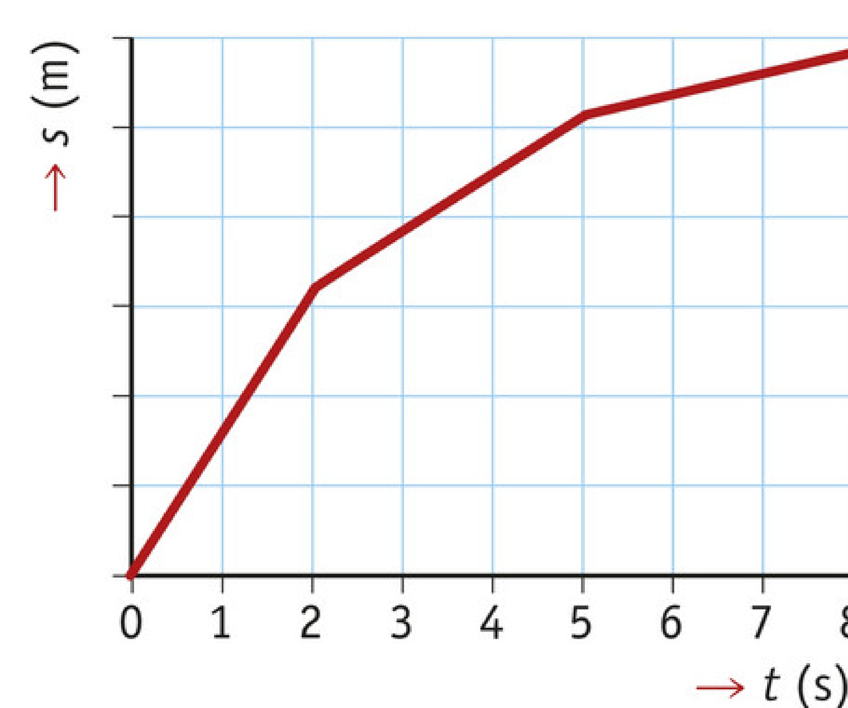


diagram C

12 Roy staat op een brug en laat een steen naar beneden vallen. De steen heeft een snelheid van 30 m/s als hij het water raakt.

a Bereken de gemiddelde snelheid van de steen.

....

....

....

....

....

b Na 3,0 seconden raakt de steen het wateroppervlak.
Bereken hoe hoog de brug boven het water hangt.

....

....

....

....

....

....

13  In afbeelding 13 zie je een speelgoedautootje dat een helling afrijdt. Iedere 0,2 seconden is het autootje getekend.

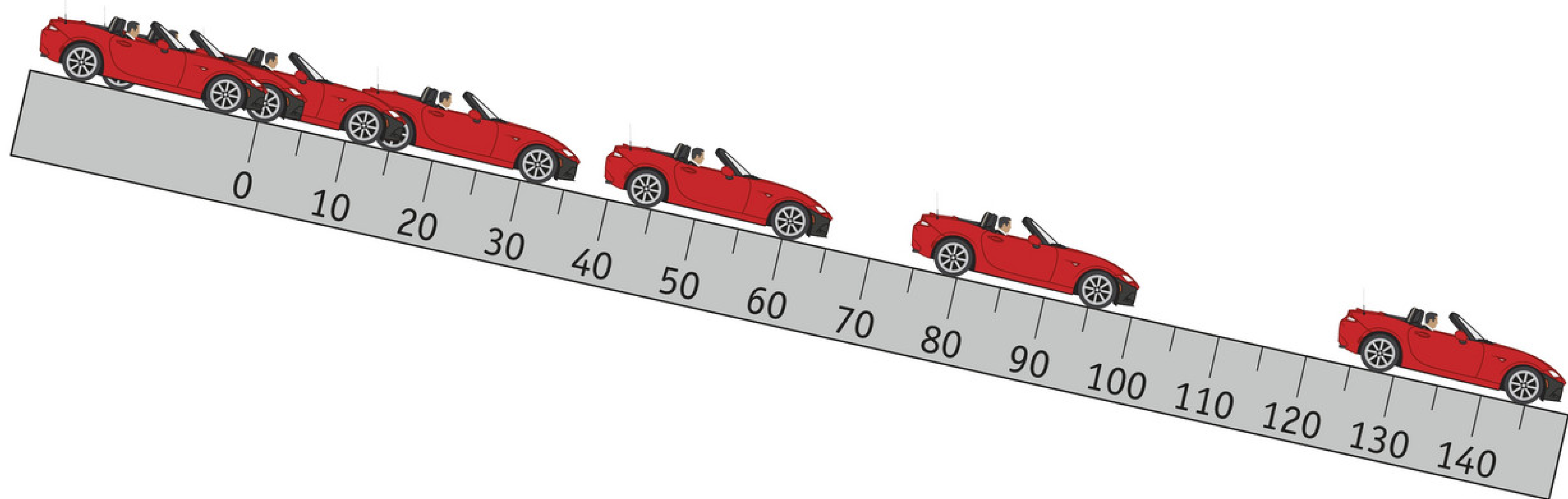
a In tabel 2 is een begin gemaakt met het invullen van de afstand-tijdtabel.
Vul tabel 2 verder in.

b Teken in afbeelding 14 het (*s*,*t*)-diagram van de beweging.

c Welk soort beweging maakt het autootje?

○ A een eenparige beweging
○ B een eenparig versnelde beweging
○ C een eenparig vertraagde beweging

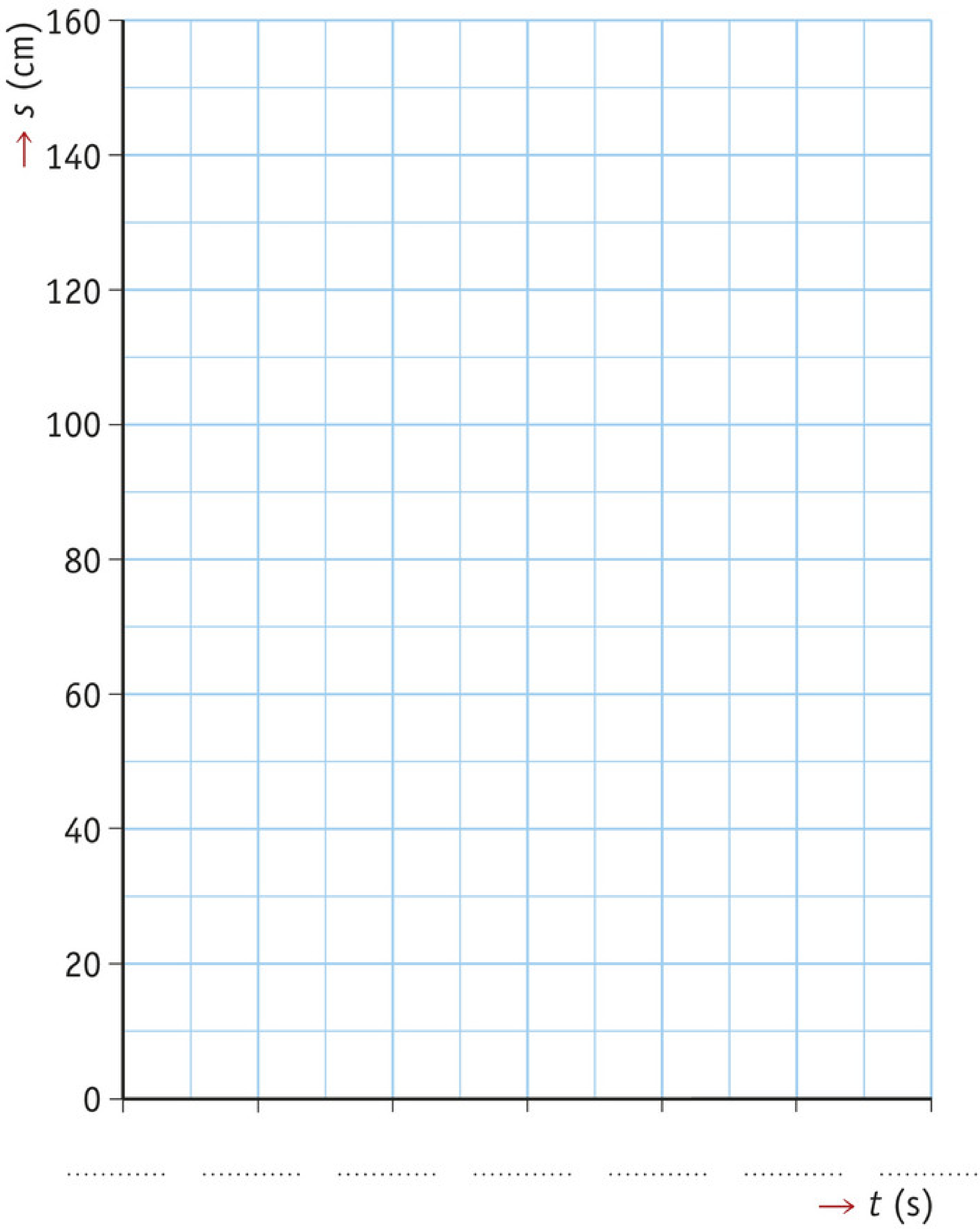
afbeelding 13 Een stroboscopische foto van een rijdend autootje.



tabel 2 De afstand-tijdtabel van de beweging van het autootje.

t (s)	*s* (cm)
0,0	0
0,2	5
0,4	16
0,6	

afbeelding 14 Het (*s*,*t*)-diagram van de beweging van het autootje.



 Test je kennis met de *Test jezelf*.

3 Aandrijven en tegenwerken

LEERDOELEN

14.3.1 Je kunt aandrijfkrachten en tegenwerkende krachten op een bewegend voorwerp onderscheiden.

14.3.2 Je kunt de nettokracht samenstellen van krachten die langs een lijn werken.

14.3.3 Je kunt de soort beweging van een voorwerp beredeneren aan de hand van de nettokracht die op dat voorwerp werkt.

14.3.4 Je kunt het begrip traagheid beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	14.3.1	14.3.2	14.3.3	14.3.4
Onthouden	1abcd, 2, 3ab		4abcd	5
Begrijpen	6a, 10a		6b, 8abcd, 9abcdefg	13c
Toepassen		11abc	10bc, 12	13ab
Analyseren			7	14

Als je tegen een helling omhoog fietst, gaat dat moeilijker dan wanneer je omlaag rijdt. Welke kracht is hiervoor verantwoordelijk?

AANDRIJFKRACHTEN EN TEGENWERKENDE KRACHTEN

Als je tegen de wind in fietst, moet je flink trappen om vooruit te komen. Jouw spieren leveren de **aandrijfkracht** of **stuwkracht** die nodig is om de fiets te laten bewegen.

Als je stopt met trappen, verandert dat. Je fiets verliest dan meteen snelheid. Op jou en je fiets werken krachten die je beweging tegenwerken. Deze **tegenwerkende krachten** brengen je fiets in korte tijd tot stilstand.

Een van die tegenwerkende krachten is de **luchtwrijving**. Deze kracht ontstaat doordat je de lucht voor je steeds opzij moet duwen. De luchtwrijving is het grootst bij tegenwind, maar ze is er ook bij windstil weer. Alleen als je meewind hebt en de wind jou net kan bijhouden, valt de luchtwrijving weg.

Een andere tegenwerkende kracht is de **rolwrijving**. De rolwrijving ontstaat doordat de banden en de ondergrond tijdens het rijden vervormen. Hoe groter die vervorming is, des te groter is de rolwrijving. Daarom is het zo zwaar om door mul zand te rijden: dat is een ondergrond die sterk vervormt.

DE GROOTTE VAN TEGENWERKENDE KRACHTEN

Er zijn verschillende manieren bedacht om tegenwerkende krachten kleiner te maken. Auto's en hogesnelheidstreinen hebben bijvoorbeeld een gestroomlijnde vorm, want dat vermindert de luchtwrijving (afbeelding 1). Om dezelfde reden zitten wielrenners voorovergebogen op hun fiets. Ze hoeven dan minder lucht opzij te duwen.



afbeelding 1 Een trein met stroomlijn.

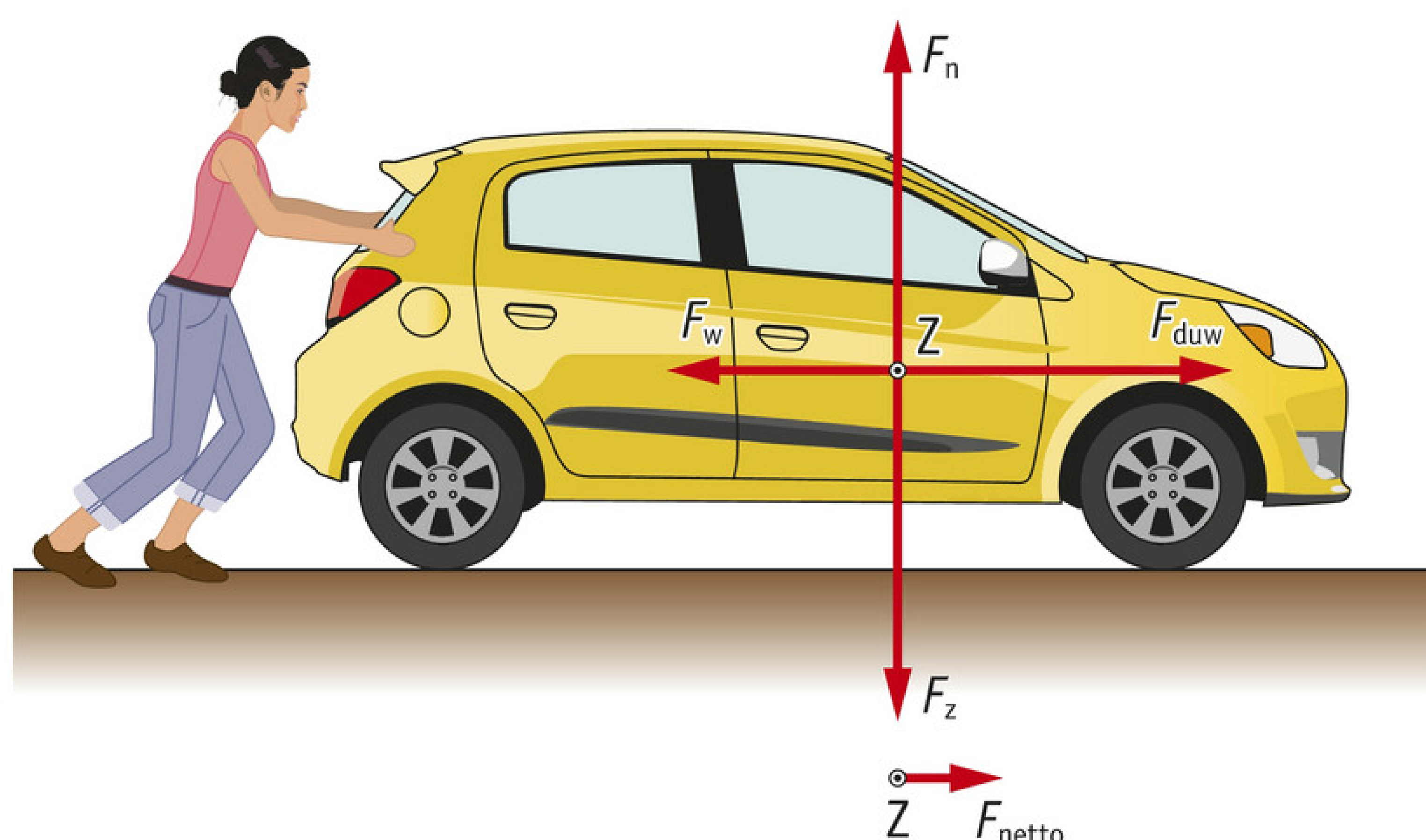
Ook de grootte van de rolwrijving kan verschillen. Als je over een hobbelig oppervlak fietst, is de rolwrijving groot. Je banden vervormen elke keer dat ze tegen een hobbel botsen. Wegen en fietspaden hebben daarom een vlak wegdek. Wielrenners verminderen de rolwrijving door hun banden keihard op te pompen, zodat die moeilijk kunnen vervormen.

Tegenwerkende krachten ontstaan ook in je fiets, waar onderdelen langs elkaar wrijven. Denk bijvoorbeeld aan de schakels van een fietsketting, die steeds langs elkaar scharnieren. Je kunt de **wrijvingskrachten** klein houden door je ketting af en toe te smeren.

NETTOKRACHT

Op een bewegend voorwerp, zoals een auto of een fiets, werken dus verschillende krachten. Samen oefenen die krachten één **nettokracht** op het voorwerp uit. De nettokracht wordt ook wel de **resultante** genoemd.

In afbeelding 2 zie je een auto die wordt geduwd. Op de auto werken vier krachten: de zwaartekracht F_z, de normaalkracht F_n, de duwkracht F_{duw} en de wrijvingskracht F_w. Om de tekening eenvoudig te houden, heeft de tekenaar alle krachten laten aangrijpen in punt Z in het midden van de auto.



afbeelding 2 Vier krachten op een auto en hun nettokracht.

De zwaartekracht en de normaalkracht zijn even groot, maar werken in tegengestelde richtingen. Deze twee krachten heffen elkaar dus op. De duwkracht en de wrijvingskracht werken ook in tegengestelde richtingen, maar ze heffen elkaar niet op: de duwkracht is duidelijk groter. Dat betekent dat er een nettokracht F_{netto} naar rechts werkt.

DE NETTOKRACHT LAAT DE SNELHEID VERANDEREN

Als je zachtjes tegen een auto duwt, gebeurt er niets. Dat komt doordat er dan tegenwerkende krachten ontstaan die even groot zijn als de duwkracht. De nettokracht blijft daardoor 0 N. Als je iets harder duwt, worden de tegenwerkende krachten ook iets groter. De nettokracht blijft 0 N.

Pas als je flink kracht zet, verandert dat. Op een gegeven moment kunnen de tegenwerkende krachten jouw duwkracht niet meer compenseren. De nettokracht wordt dan voor het eerst groter dan 0 N. De auto begint daardoor te rollen en beweegt steeds sneller, in de richting van de nettokracht (afbeelding 3).

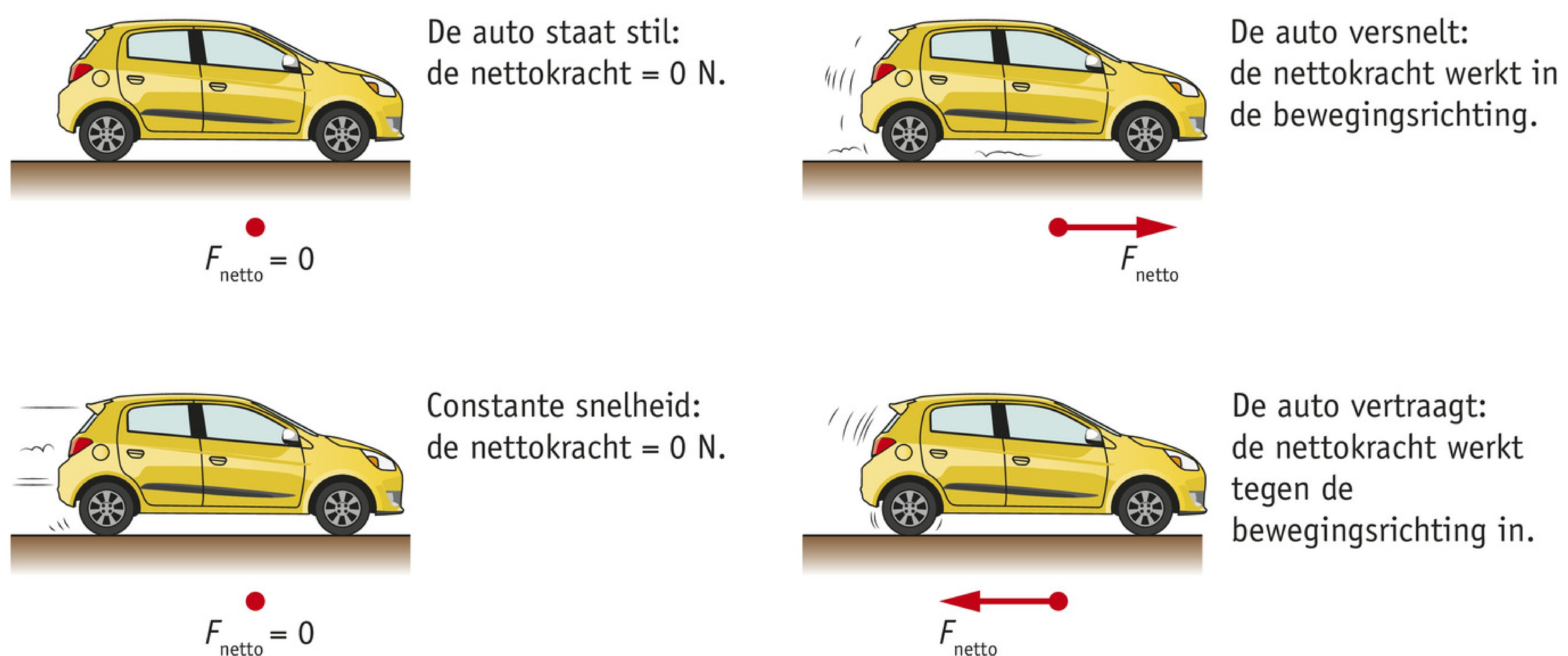
Als de aandrijfkracht groter is dan alle tegenwerkende krachten samen, beweegt het voorwerp versneld. De nettokracht werkt dan in de bewegingsrichting.

Als de auto de gewenste snelheid heeft, duw je iets minder hard. De aandrijfkracht en de tegenwerkende krachten zijn nu weer even groot. De nettokracht wordt opnieuw 0 N. In deze situatie is er geen kracht die de beweging versnelt, maar ook geen kracht die de beweging afremt. Dat betekent dat het voorwerp met precies dezelfde snelheid verder beweegt:

> Als de aandrijfkracht even groot is als alle tegenwerkende krachten samen, verandert de snelheid niet. De nettokracht is dan 0 N.

Als je na een tijdje ophoudt met duwen, blijven alleen de tegenwerkende krachten over. De nettokracht wordt dan opnieuw groter dan 0 N. De nettokracht werkt tegen de bewegingsrichting in. Dat zorgt ervoor dat de auto vertraagt en tot stilstand komt:

> Als de aandrijfkracht kleiner is dan alle tegenwerkende krachten samen, beweegt het voorwerp vertraagd. De nettokracht werkt tegen de bewegingsrichting in.



afbeelding 3 De richting van de nettokracht bepaalt hoe de auto beweegt.

Als de nettokracht 0 N is en het voorwerp beweegt al, dan beweegt het met dezelfde snelheid verder. Maar als de nettokracht 0 N is en het voorwerp staat stil, dan blijft dat zo. Het voorwerp komt dan niet in beweging.

DE NETTOKRACHT LAAT DE RICHTING VERANDEREN

De nettokracht kan een bewegend voorwerp niet alleen laten versnellen of vertragen. De nettokracht kan het voorwerp ook van richting laten veranderen. Denk aan een situatie waarin er opeens een harde windstoot komt van opzij.

Als de nettokracht loodrecht op de bewegingsrichting staat, verandert alleen de richting van de beweging; de snelheid van het voorwerp blijft dan even groot. Als de nettokracht een andere hoek met de bewegingsrichting maakt, verandert zowel de snelheid als de bewegingsrichting.

VOORBEELDOPDRACHT 1

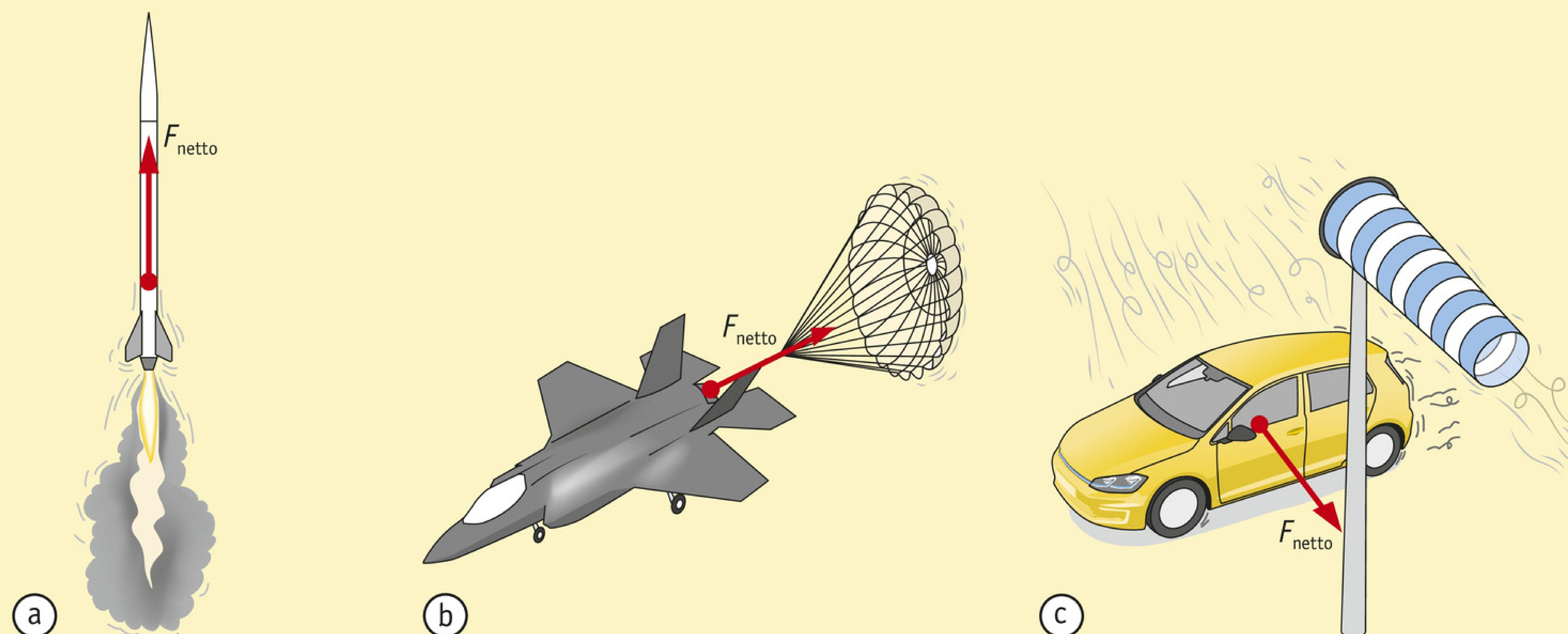
In afbeelding 4 zijn drie situaties afgebeeld.
Bedenk hoe het voorwerp in elke situatie zal bewegen.

Uitwerking
De raket in afbeelding 4a beweegt versneld. Dat komt doordat de aandrijfkracht groter is dan alle tegenwerkende krachten samen. De nettokracht werkt in dezelfde richting als de beweging.

Het vliegtuig in afbeelding 4b beweegt vertraagd. Dat komt doordat de aandrijfkracht kleiner is dan alle tegenwerkende krachten samen. De nettokracht werkt tegen de bewegingsrichting in.

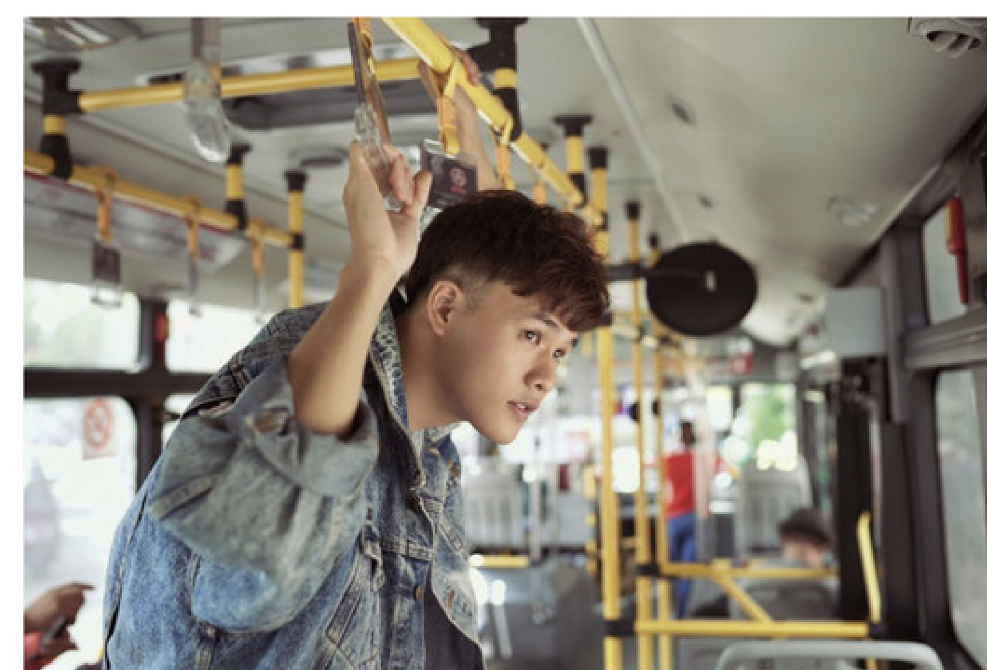
In afbeelding 4c verandert de auto van richting, doordat er opeens een hevige windstoot van rechts komt. De nettokracht verandert, waardoor de auto naar de linkerkant van de weg wordt afgebogen.

afbeelding 4 De nettokracht bepaalt hoe het voorwerp beweegt.



TRAAGHEID

Er is een nettokracht nodig om een voorwerp van snelheid of van richting te laten veranderen. Als er geen nettokracht op het voorwerp wordt uitgeoefend, blijft het voorwerp gewoon rechtuit bewegen. Het verschijnsel dat een voorwerp zijn snelheid wil behouden noem je **traagheid**. In de natuurkunde betekent traagheid dus *niet* 'langzaam bewegen'.



afbeelding 5 Vasthouden in de bus in verband met traagheid.

Traagheid speelt bij elke verandering van beweging, dus bij vertragen én versnellen. Dat is bijvoorbeeld het geval als je in een bus staat die plotseling remt, waardoor je naar voren in de bus valt (afbeelding 5). De bus vertraagt, maar jij beweegt nog steeds vooruit, want je behoudt je snelheid. Je merkt dat ook als een bus snel optrekt. De bus versnelt, maar jij staat nog steeds stil. Je valt in de bus naar achteren.

Maar ook bij een verandering van richting speelt traagheid. In een karretje in een achtbaan lijkt het alsof je bij iedere bocht naar buiten wordt geduwd. Het karretje maakt de bocht, maar jij blijft door de traagheid eigenlijk rechtdoor bewegen.

 **Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.**

LEERSTOF

1 Vul in.

a Als je fietst, leveren je spieren de .... kracht die nodig is om de fiets te laten bewegen.

b Als je stopt met trappen, wordt je fiets afgeremd, doordat er ook .... op jou en je fiets werken.

c De .... ontstaat doordat je de lucht voor je steeds opzij moet duwen.

d De .... ontstaat doordat de banden en de ondergrond tijdens het rijden vervormen.

2 Op een rijdende auto werkt rolwrijving.
Wat voor soort kracht is rolwrijving?

- ○ A een aandrijfkracht
- ○ B een kracht die ontstaat als je lucht opzij duwt
- ○ C een nettokracht
- ○ D een tegenwerkende kracht

3 Leg uit waarom wielrenners:

a voorover gebogen op hun fiets zitten (en niet rechtop).

....

....

b de banden van hun fiets voor de wedstrijd hard oppompen.

....

....

4 Hoe een voorwerp beweegt, wordt bepaald door de nettokracht.
Hoe beweegt een voorwerp:

a als de nettokracht in de bewegingsrichting werkt?

....

....

b als de nettokracht 0 N is?

....

....

c als de nettokracht tegen de bewegingsrichting in werkt?

....

....

d als de nettokracht loodrecht op de bewegingsrichting staat?

....

....

5 Je staat in een bus en je houdt je niet vast. Als de bus plotseling remt, dan beweeg je naar voren in de bus.
Waardoor komt dat?
- ○ A door de snelheid
- ○ B door de traagheid
- ○ C door de zwaartekracht

TOEPASSING

6 Stijn en Kai varen met hun motorboot naar de overkant van een meer (afbeelding 6). De boot vaart rechtuit met een constante snelheid.

a Welke krachten werken er op de boot? Noem er minstens vier.

....

....

....

....

....

....

b Hoe groot is de nettokracht?

....

....



afbeelding 6 Een motorboot op het water.

★ 7

De lucht in een heteluchtballon wordt verwarmd door propaan te verbranden. Het propaan zit in een gasfles die tijdens de ballonvaart steeds leger raakt. De ballon met mand en inhoud blijft steeds op dezelfde hoogte varen.
Welke uitspraak over de kracht die omhoog op de ballon werkt is juist?

○ A De kracht omhoog blijft gelijk.
○ B De kracht omhoog neemt af.
○ C De kracht omhoog neemt toe.

8

Kies in elke situatie de juiste woorden.

a Een fietser rijdt met een constante snelheid van 15 km/h over een asfaltweg.
De aandrijfkracht is *groter dan* / *even groot als* / *kleiner dan* de tegenwerkende krachten.

b Een fietser rijdt met toenemende snelheid een heuvel af.
De aandrijfkracht is *groter dan* / *even groot als* / *kleiner dan* de tegenwerkende krachten.

c Een fietser rijdt met een constante snelheid van 40 km/h een heuvel af.
De aandrijfkracht is *groter dan* / *even groot als* / *kleiner dan* de tegenwerkende krachten.

d Een fietser rijdt met afnemende snelheid een heuvel op.
De aandrijfkracht is *groter dan* / *even groot als* / *kleiner dan* de tegenwerkende krachten.

9

Op de weerballon in afbeelding 7 werken twee krachten: de zwaartekracht (F_z) en een kracht omhoog: de opwaartse kracht (F_{op}). Alle overige krachten op de ballon mag je verwaarlozen.
Hoe groot is in de volgende situaties F_z vergeleken met F_{op}?

a De weerballon beweegt omhoog; de snelheid neemt toe.
F_z is *groter dan* / *even groot als* / *kleiner dan* F_{op}.

b De weerballon beweegt omhoog; de snelheid is constant.
F_z is *groter dan* / *even groot als* / *kleiner dan* F_{op}.

c De weerballon beweegt omhoog; de snelheid neemt af.
F_z is *groter dan* / *even groot als* / *kleiner dan* F_{op}.

d De weerballon hangt stil zonder te bewegen.
F_z is *groter dan* / *even groot als* / *kleiner dan* F_{op}.

e De weerballon beweegt omlaag; de snelheid neemt toe.
F_z is *groter dan* / *even groot als* / *kleiner dan* F_{op}.

f De weerballon beweegt omlaag; de snelheid is constant.
F_z is *groter dan* / *even groot als* / *kleiner dan* F_{op}.

g De weerballon beweegt omlaag; de snelheid neemt af.
F_z is *groter dan* / *even groot als* / *kleiner dan* F_{op}.



afbeelding 7 Een weerballon met meetapparatuur.

10 Carla traint regelmatig op haar racefiets. Hoe sneller ze fietst, des te groter zijn de tegenwerkende krachten en des te harder moet Carla trappen.

a Wat zijn de twee tegenwerkende krachten die tijdens zo'n training op Carla en haar fiets werken?

....

....

b In afbeelding 8 is het verband getekend tussen de (totale) tegenwerkende kracht en de snelheid. Carla rijdt met een constante snelheid van 11 m/s.
Hoe groot is dan de aandrijfkracht? Licht je antwoord toe.

....

....

....

....

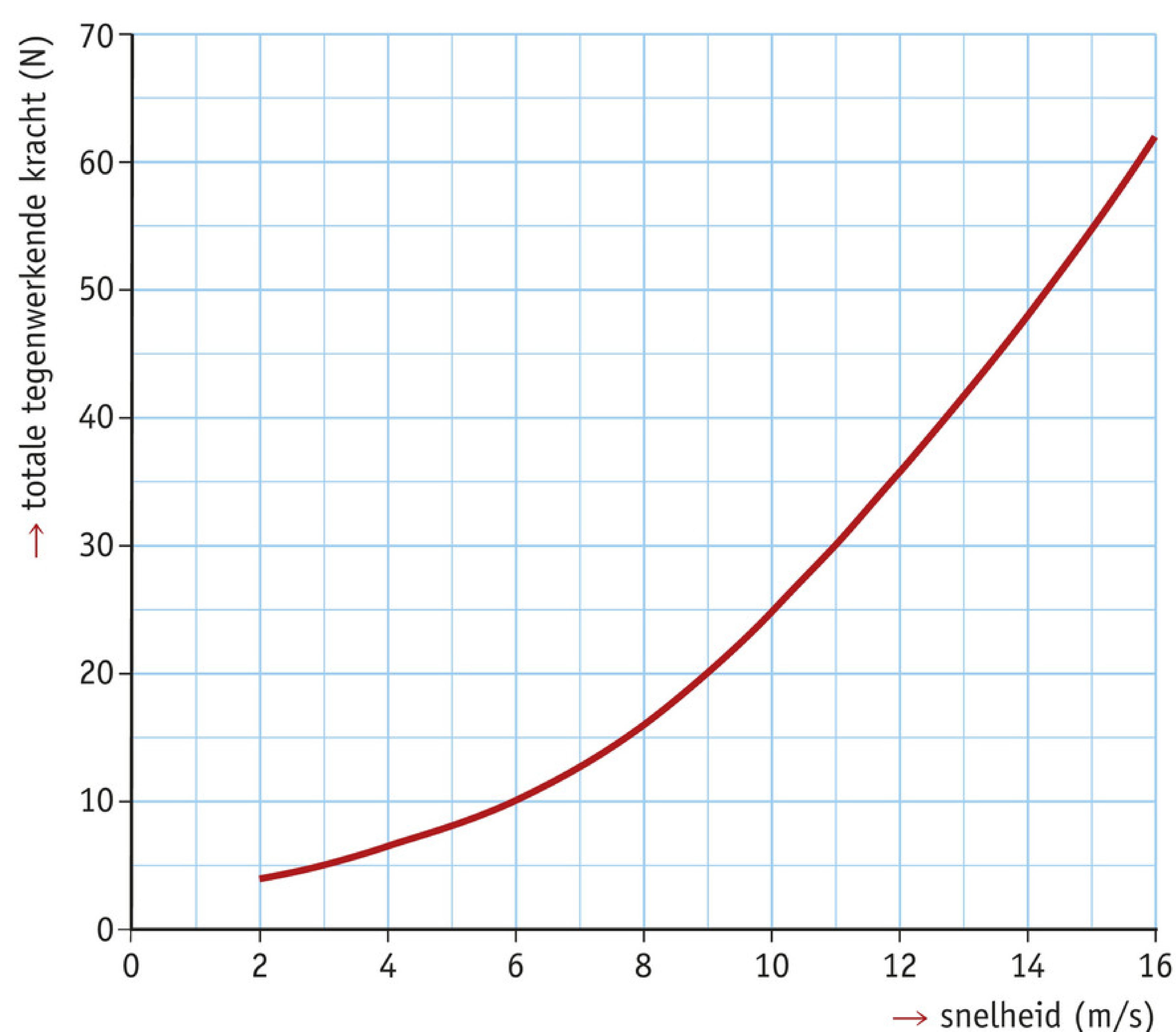
c Op een gegeven moment begint Carla harder te trappen. Op haar fiets werkt enige tijd een (constante) aandrijfkracht van 40 N.
Welke snelheid zal Carla uiteindelijk bereiken? Licht je antwoord toe.

....

....

....

....



afbeelding 8 Het verband tussen de snelheid en de tegenwerkende kracht.

★ **11**

Een verhuizer probeert een zware kist te verschuiven. Hij oefent daarbij een (horizontale) kracht van 600 N op de kist uit. Toch komt de kist niet van zijn plaats. De wrijving tussen de kist en de vloer is te groot.

a Hoe groot is de wrijvingskracht zolang de verhuizer duwt?

....

....

....

....

b Op een gegeven moment houdt de verhuizer op met duwen.
Hoe groot is de wrijvingskracht nadat de verhuizer is opgehouden met duwen?

....

....

....

....

c Even later probeert de verhuizer de kist opnieuw te verschuiven, nu met hulp van een collega. Als hun gezamenlijke horizontale duwkracht 900 N is, beweegt de kist met een constante snelheid over de vloer.
Hoe groot is de wrijvingskracht dan? Licht je antwoord toe.

....

....

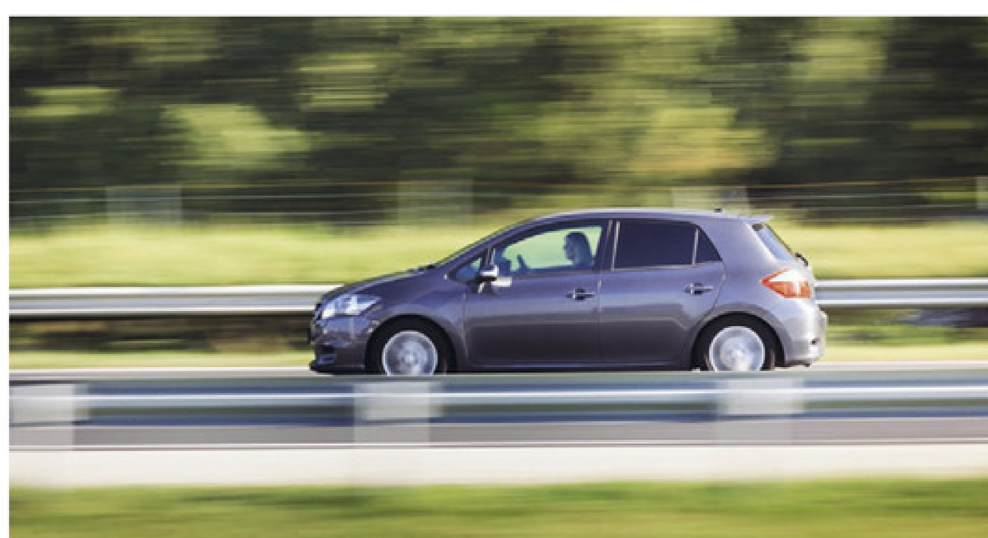
....

....

12

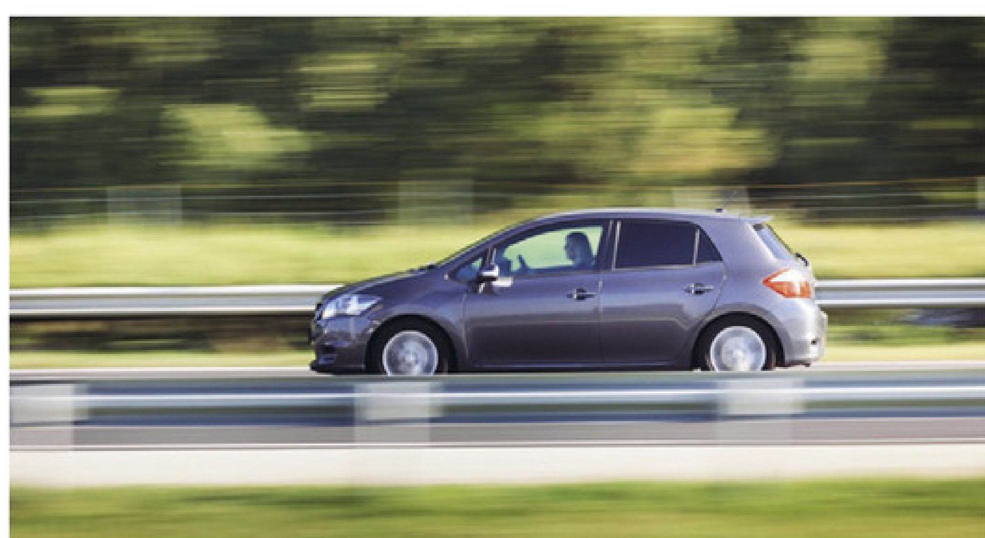
Janneke rijdt met haar auto op de Duitse snelweg. Ze heeft haast en rijdt op topsnelheid.
Welke situatie geeft de nettokracht op de auto bij topsnelheid juist weer?

○ A situatie A
○ B situatie B
○ C situatie C



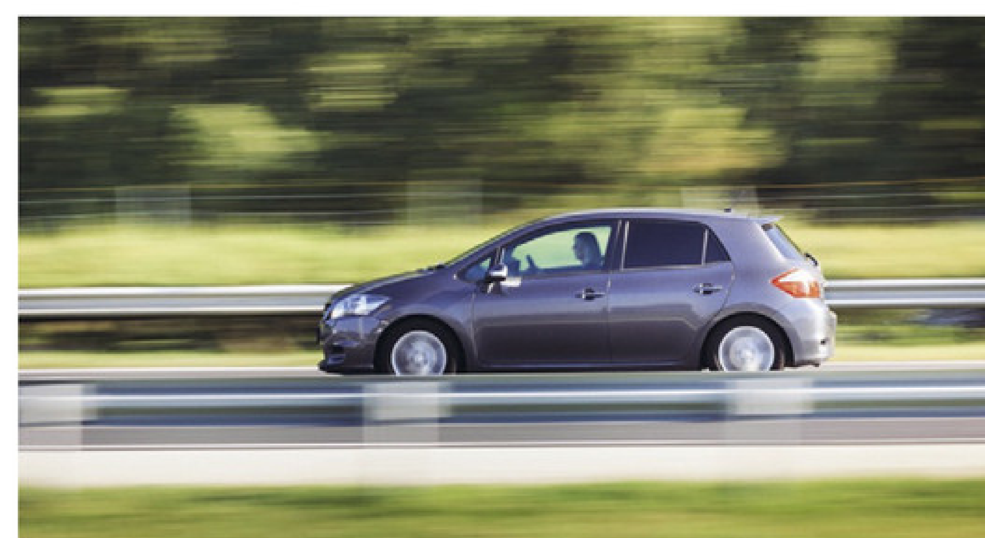
F_{netto}

A



$F_{netto} = 0$ N

B



F_{netto}

C

13 Bekijk afbeelding 9.



afbeelding 9 Gert en Hermien krijgen de koffers op hun hoofd.

a Kan deze situatie zich voordoen als de trein plotseling optrekt? Zo ja, rijden Gert en Hermien dan vooruit of achteruit?

b Kan deze situatie zich voordoen als de trein plotseling afremt? Zo ja, rijden Gert en Hermien dan vooruit of achteruit?

c Leg uit waardoor de koffers uit het rek vallen. Gebruik het woord 'traagheid' in je uitleg.

14 Honden worden vaak los vervoerd in een auto. Bij een botsing is dat erg gevaarlijk voor de hond, maar ook voor de bestuurder van de auto. De hond vliegt bij een botsing tegen de bestuurder voor in de auto. Op de foto zie je een botsproef met een verzwaarde speelgoedhond en een dummypop (afbeelding 10). Bij de botsproef rijdt een auto met constante snelheid voordat hij tegen een muur rijdt. Tijdens de botsing vliegt de hond naar voren.
Leg uit of de hond dan eenparig óf versneld óf vertraagd beweegt.



afbeelding 10 Bij een botsing vliegt een hond door de auto.

 Test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Veiligheid in het verkeer

LEERDOELEN

14.4.1 Je kunt de stopafstand van een rijdend voertuig berekenen.
14.4.2 Je kunt een aantal situaties benoemen die belangrijk zijn bij de keuze van een veilige snelheid.
14.4.3 Je kunt de werking van een aantal constructies in voertuigen beschrijven die de negatieve effecten van een botsing verminderen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	14.4.1	14.4.2	14.4.3
Onthouden	1a	1bcd	4abcd, 5, 11a
Begrijpen	8b, 12ac, 13a	6, 7, 10abc	2, 3, 9b, 11b
Toepassen	8ac, 12bdef, 13bd	9a	
Analyseren	13c		

Het aantal verkeersdoden is de laatste jaren steeds verder gedaald. Automobilisten, fietsers en voetgangers worden dan ook steeds beter beschermd tegen de gevolgen van een ongeluk. Welke maatregelen zijn daarvoor genomen?

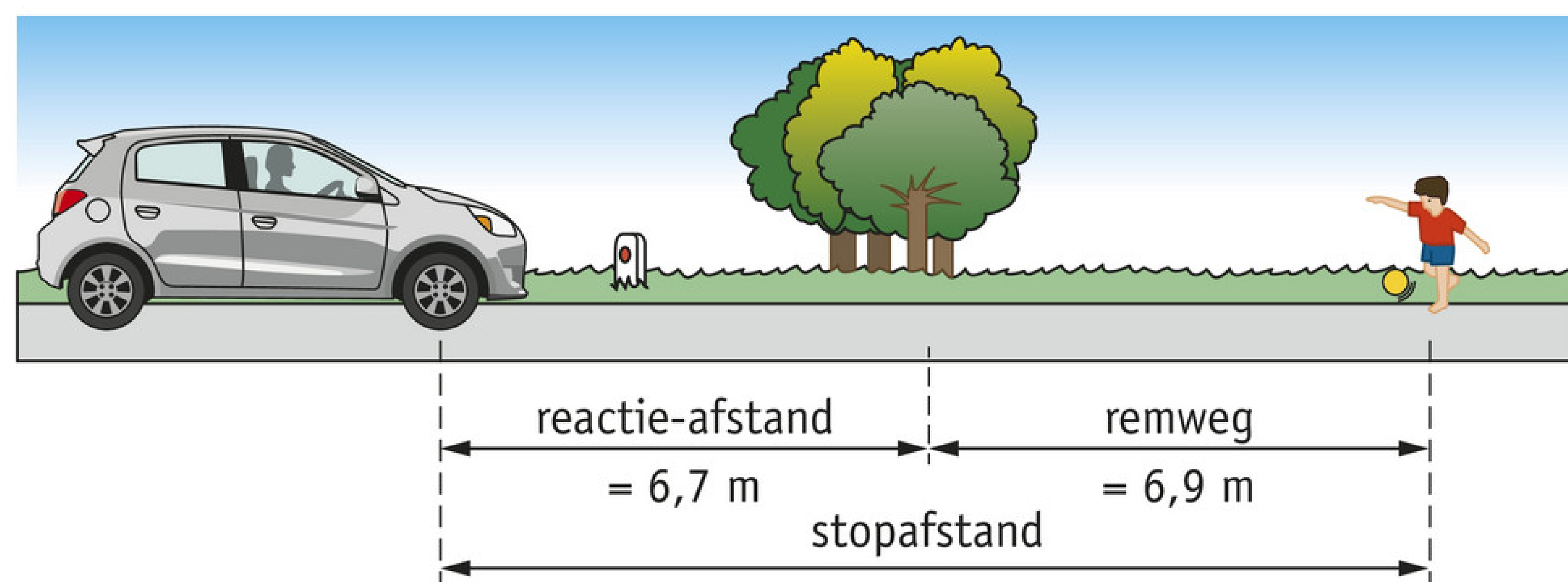
DE STOPAFSTAND BEREKENEN

Als een automobilist ziet dat hij moet stoppen, remt de auto niet meteen. Het duurt even voor het rempedaal is ingetrapt en de auto begint te remmen. De tijd die daarvoor nodig is, noem je de **reactietijd**. Tijdens de reactietijd beweegt de auto met constante snelheid verder. De afstand die de auto tijdens deze eenparige beweging aflegt, is de **reactie-afstand**.

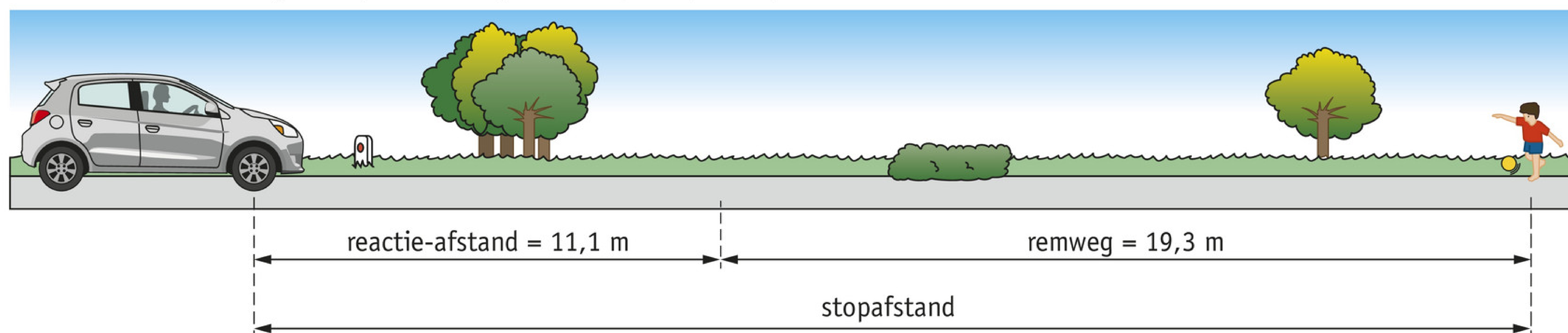
Nadat de rem is ingetrapt, beweegt de auto eenparig vertraagd verder tot hij stilstaat. De afstand die de auto aflegt tijdens deze eenparig vertraagde beweging, noem je de **remweg**. De totale stopafstand bestaat dus uit twee delen: de reactie-afstand en de remweg.

stopafstand = reactie-afstand + remweg

Hoe sneller je rijdt, des te groter zijn je reactie-afstand en je remweg, en dus ook je stopafstand (afbeelding 1).



Bij 30 km/h is de stopafstand 6,7 + 6,9 = 13,6 m



Bij 50 km/h is de stopafstand 11,1 + 19,3 = 30,4 m

afbeelding 1 De stopafstand is groter als de snelheid groter is.

VOORBEELDOPDRACHT 1

In afbeelding 2 zie je het (v,t)-diagram van een auto die met 54 km/h een zebrapad nadert. Op t = 0 s ziet de bestuurder iemand het zebrapad oplopen. Op t = 0,8 s begint hij te remmen en op t = 3,8 s komt hij tot stilstand.
Bereken de stopafstand.

1 Bereken de reactie-afstand:

gegevens v = 15 m/s
t = 0,8 s

gevraagd s = ? m

uitwerking $s = v \cdot t = 15 \times 0{,}8 = 12$ m

2 Bereken de remweg:

gegevens v_b = 15 m/s
v_e = 0 m/s
t = 3,8 – 0,8 = 3,0 s

gevraagd s = ? m

uitwerking $v_{gem} = \frac{v_b + v_e}{2} = \frac{15 + 0}{2} = \frac{15}{2} = 7{,}5$ m/s

$s = v_{gem} \cdot t = 7{,}5 \times 3{,}0 = 22{,}5$ m

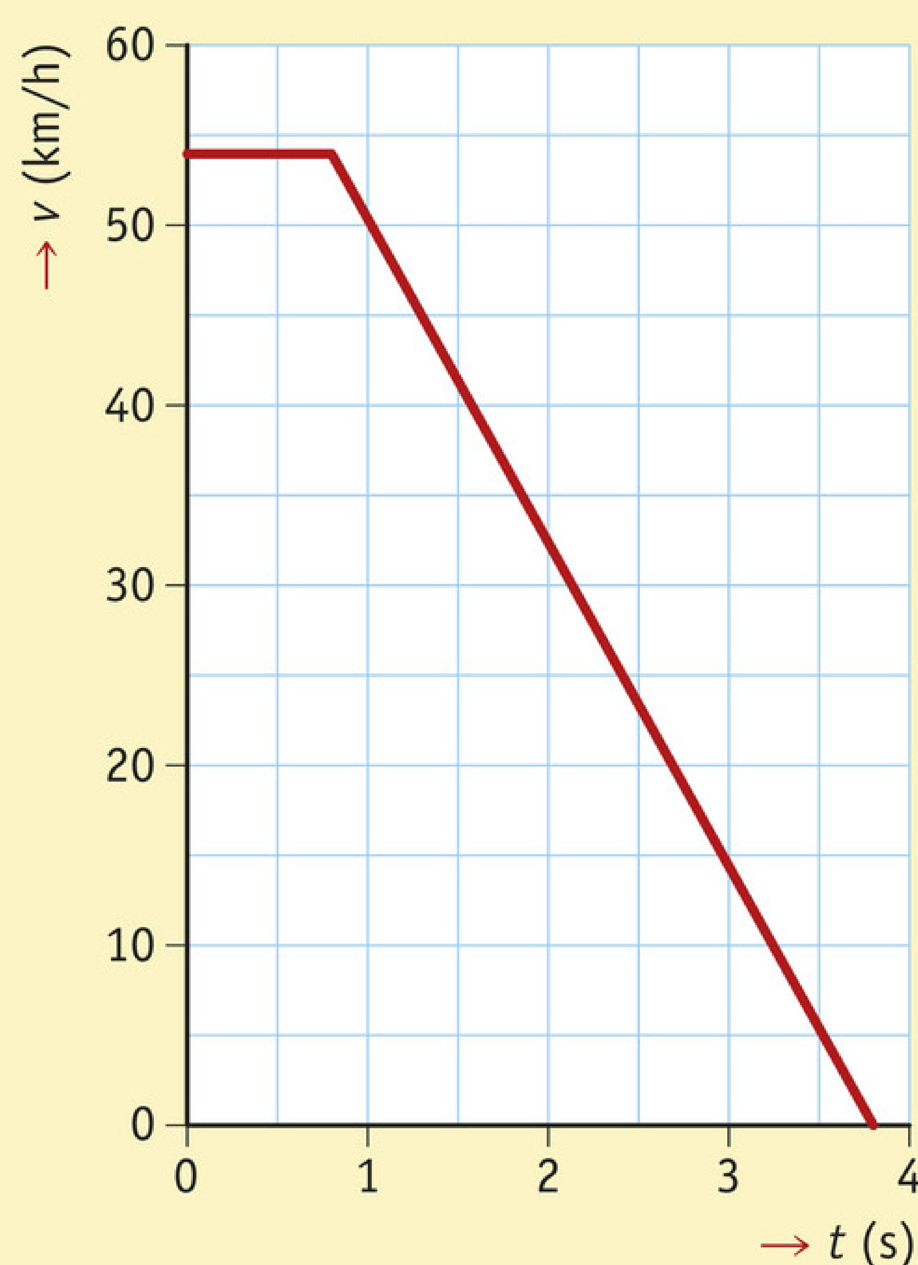
3 Bereken de stopafstand:

gegevens reactie-afstand = 12 m
remweg = 22,5 m

gevraagd stopafstand = ? m

uitwerking stopafstand = reactie-afstand + remweg = 12 + 22,5 = 34,5 m

De auto komt na 34,5 m tot stilstand.



afbeelding 2 Stoppen voor een zebrapad: eerst reageren, dan remmen.

EEN VEILIGE SNELHEID KIEZEN

PROEF 3

Hoe sneller een automobilist rijdt, des te langer is zijn stopafstand (de reactie-afstand + de remweg). Het is daarom belangrijk om een veilige snelheid te kiezen. Dan kun je op tijd tot stilstand komen, als er onverwacht iets gebeurt waardoor je moet remmen.

Bij het kiezen van een veilige snelheid zijn vier dingen belangrijk: het soort weg, het overige verkeer, het weer en bijzondere omstandigheden.

HET SOORT WEG

In een woonwijk rijd je langzamer dan op een doorgaande weg buiten de bebouwde kom. Op de snelweg ligt de veilige snelheid juist hoger dan op een gewone doorgaande weg.

HET OVERIGE VERKEER

In het verkeer moet je altijd rekening houden met de overige weggebruikers. Als het druk is en er veel fietsers op de weg rijden, dan moet je je snelheid aanpassen (afbeelding 3).

HET WEER

Als de weg glad is door ijzel of regen, neemt de stopafstand toe. De wrijving tussen de banden en de weg wordt kleiner, waardoor de banden minder grip hebben (afbeelding 4). Bij mist en zware regenval is je zicht beperkt.

BIJZONDERE OMSTANDIGHEDEN

Er kunnen omstandigheden zijn waardoor de stopafstand langer is dan normaal, bijvoorbeeld:

- Een auto is zwaarbeladen met mensen en allerlei vakantiespullen.
- De banden van de auto zijn erg versleten.
- De remmen van de auto zijn versleten.
- Een bestuurder is erg vermoeid of heeft medicijnen gebruikt en reageert langzamer dan anders.

Een goede automobilist kiest onder dit soort omstandigheden voor een lagere snelheid.



afbeelding 3 Als het erg druk is, moeten automobilisten hun snelheid aanpassen.



afbeelding 4 Het profiel op de banden is noodzakelijk voor een goede grip op de weg.

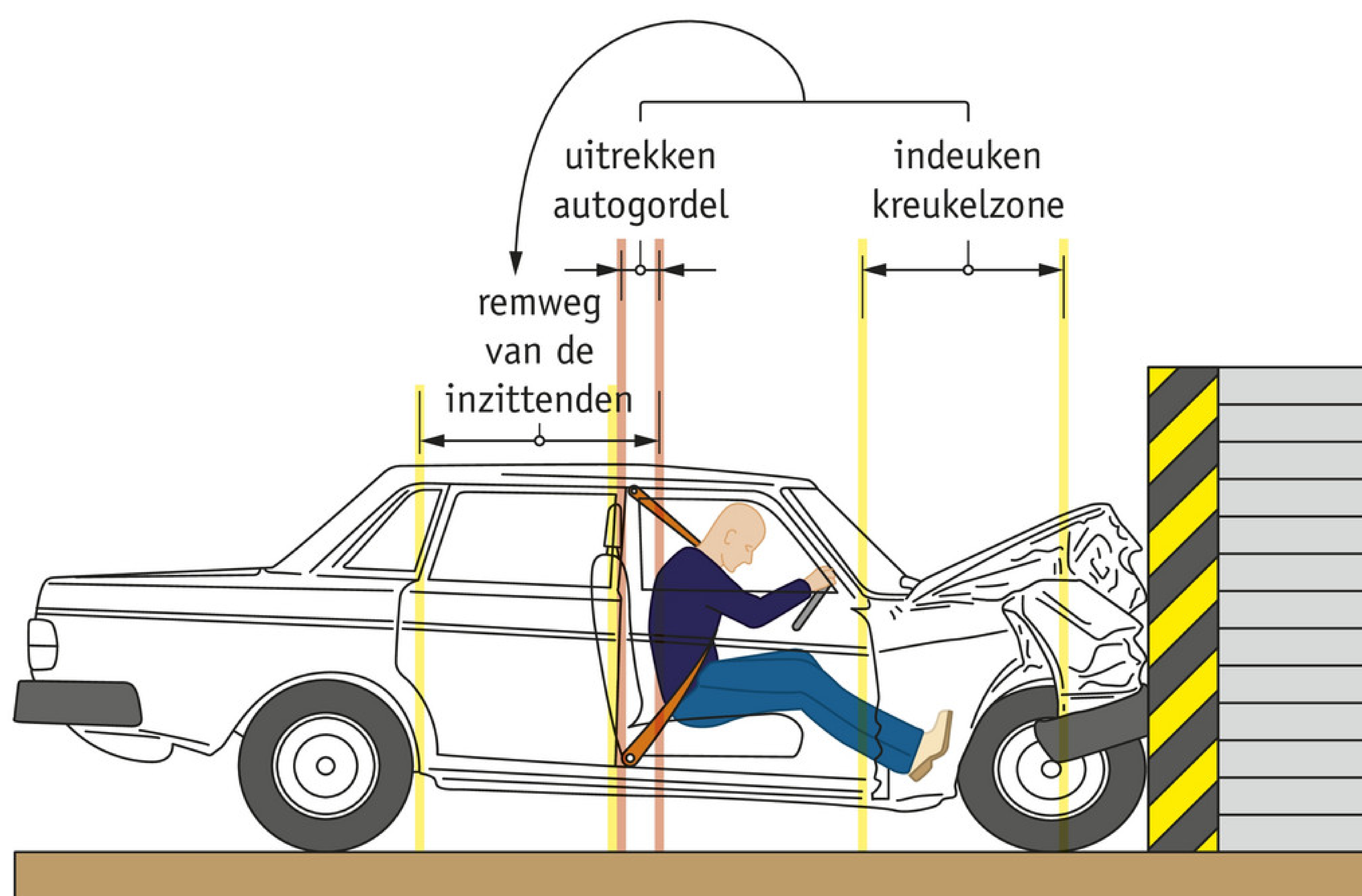
KOOICONSTRUCTIE EN KREUKELZONE

Als een auto remt voor een stoplicht en langzaam tot stilstand komt, dan is de remweg lang. De krachten die de inzittenden afremmen, zijn dan niet groot. Die krachten kan een mens gemakkelijk opvangen.

Bij een botsing zijn de 'remweg' en de 'remtijd' heel kort. Doordat de vertraging dan erg groot wordt, zijn ook de krachten op de auto en inzittenden erg groot. De inzittenden kunnen zulke grote krachten niet zomaar opvangen. Autofabrikanten doen daarom hun best om de 'remweg' voor de inzittenden zo lang mogelijk te maken. Hierdoor worden de krachten die op de inzittenden werken zo klein mogelijk.

Een auto wordt daarom verdeeld in drie delen. Het middendeel van de auto waarin de mensen zitten, wordt zo stevig mogelijk gemaakt. Voor dit deel wordt een **kooiconstructie** gebruikt die moeilijk kan worden vervormd. Deze constructie vormt een beschermende 'schil' om de inzittenden heen.

De voor- en de achterkant van een auto worden juist zo gemaakt dat ze bij een botsing gemakkelijk vervormen. Door deze **kreukelzones** wordt de 'remweg' van de inzittenden langer en zijn de afremmende krachten minder groot (afbeelding 5).



afbeelding 5 Een botsproef. Je ziet hoe de remweg voor de inzittenden zo lang mogelijk wordt gemaakt.

VEILIGHEIDSGORDELS EN AIRBAGS

De krachten op de inzittenden moeten zo klein mogelijk worden gehouden. De **veiligheidsgordel** zorgt ervoor dat de inzittenden samen met de auto worden afgeremd en niet tegen de voorruit slaan. De krachten moeten ook zo gelijkmatig mogelijk over het lichaam worden verdeeld. Veiligheidsgordels hebben daarom een brede band. De brede gordel verdeelt de afremmende krachten daardoor over een vrij groot oppervlak, zodat de kans op verwondingen afneemt. Daarnaast rekt de gordel enigszins uit, waardoor de 'remweg' van je lichaam groter wordt (afbeelding 5).

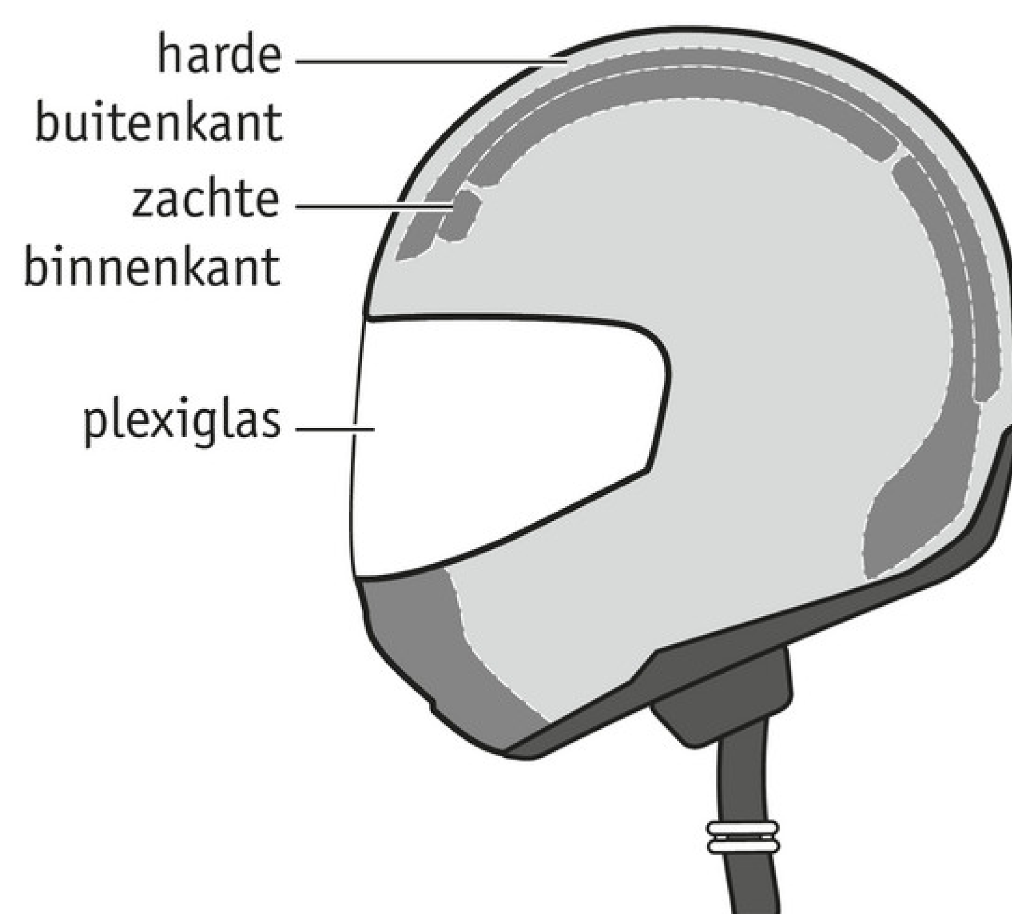
Veel auto's zijn voorzien van **airbags** (afbeelding 6). Dit zijn kussens die bij een botsing automatisch worden opgeblazen. Zo'n airbag heeft dezelfde functie als een veiligheidsgordel. Hij moet de inzittenden zo geleidelijk mogelijk afremmen en de afremmende krachten zo goed mogelijk over het lichaam verdelen. Een airbag is daar erg geschikt voor, omdat hij groot is en meegeeft.



afbeelding 6 Opgeblazen airbags vlak na een botsproef.

VEILIGHEIDSHELM EN HOOFDSTEUN

Het hoofd en de nek moeten extra worden beschermd. Daarom draag je een **veiligheidshelm** als je op een scooter of een motor rijdt. In afbeelding 7 is zo'n helm getekend.



afbeelding 7 Een veiligheidshelm in doorsnede.

De buitenkant van de helm is gemaakt van een hard en sterk materiaal. Door deze harde buitenkant worden krachten op de helm over het hele hoofd verdeeld. Daardoor heeft een harde klap op je hoofd minder effect. De binnenkant van de helm is gemaakt van een zacht, schokdempend materiaal. Dit materiaal heeft dezelfde functie als de kreukelzone van een auto: het verlengt de 'remweg' en vermindert daardoor de botskracht.

In auto's zit een **hoofdsteun**. Deze beschermt je hoofd en je nek als je van achteren wordt aangereden. Zonder hoofdsteun zou je hoofd hard naar achteren klappen. Je nekwervels kunnen dan breken, met als mogelijk gevolg een verlamming (van een deel) van je lichaam.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Hoe sneller een automobilist rijdt, des te .... is de stopafstand.

b Het is daarom belangrijk om als automobilist een veilige .... te kiezen.

c Het is ook belangrijk om genoeg .... te houden tot je voorligger.

d Een auto remt minder goed als de .... of de .... versleten zijn.

2 In veel auto's zit een kooiconstructie.
Om welk deel van de auto zit de kooiconstructie?

- ○ A om de hele auto
- ○ B om de kofferruimte
- ○ C om de motor
- ○ D om de ruimte waarin de personen zitten

3 Voor de inzittenden van een auto is het beter als de 'remweg' bij een botsing zo groot mogelijk is.
Door welke veiligheidsmaatregelen wordt de 'remweg' bij een botsing langer?

- ☐ A de airbag
- ☐ B de kooiconstructie
- ☐ C de kreukelzone
- ☐ D de veiligheidsgordel

4 Als je op een scooter rijdt, moet je een veiligheidshelm dragen.

a Waarvan is de buitenkant van zo'n helm gemaakt?

....

....

b Wat is de functie van dit materiaal?

....

....

c Waarvan is de binnenkant van zo'n helm gemaakt?

....

....

....

d Wat is de functie van dit materiaal?

....

....

....

5 Welk deel van een auto:

a kan bij een botsing gemakkelijk in elkaar worden gedrukt?

....

b is zo stevig dat het bij een botsing nauwelijks vervormt?

....

TOEPASSING

6 Als je een auto bestuurt, moet je rekening houden met de stopafstand.
Waardoor wordt de stopafstand kleiner?

○ A als de auto nieuwe banden heeft
○ B als de auto zwaarbeladen is
○ C als de bestuurder moe is en langzaam reageert
○ D als het wegdek nat is

7 Onder slechte omstandigheden is de remweg van een auto veel langer dan normaal.
Geef drie voorbeelden van zulke slechte omstandigheden.

....

....

....

....

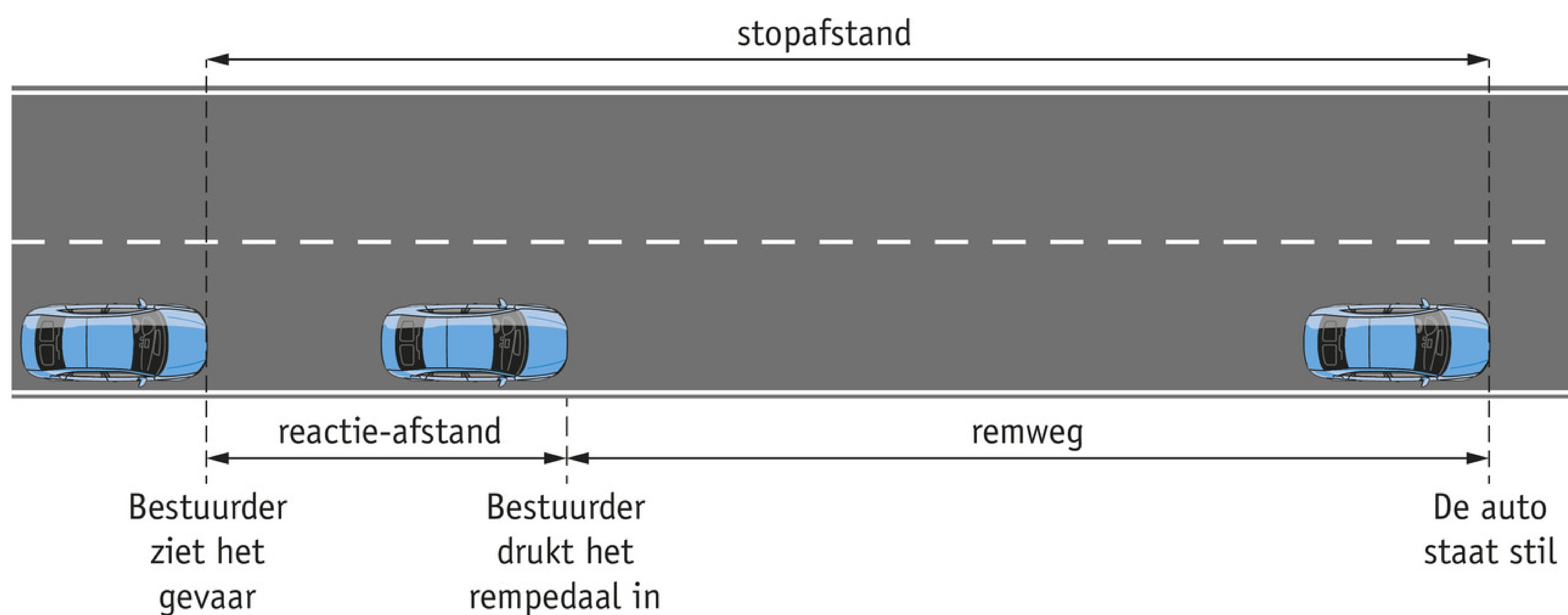
8   Zie de vaardigheid *Werken met formules (in twee stappen)*.
Op een website staat een afbeelding van de stopafstand (afbeelding 8).

a In tabel 1 zie je de stopafstand bij verschillende snelheden.
Teken in afbeelding 9 de grafiek van de stopafstand uitgezet tegen de snelheid.

b Bepaal met behulp van de grafiek hoe groot de stopafstand van een auto is bij een snelheid van 39 km/h.

....

....



afbeelding 8 Stopafstand = reactie-afstand + remweg.

c Bij een snelheid van 50 km/h is de remweg 14,4 m.
Laat met een berekening zien dat de reactietijd 0,6 s moet zijn geweest.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

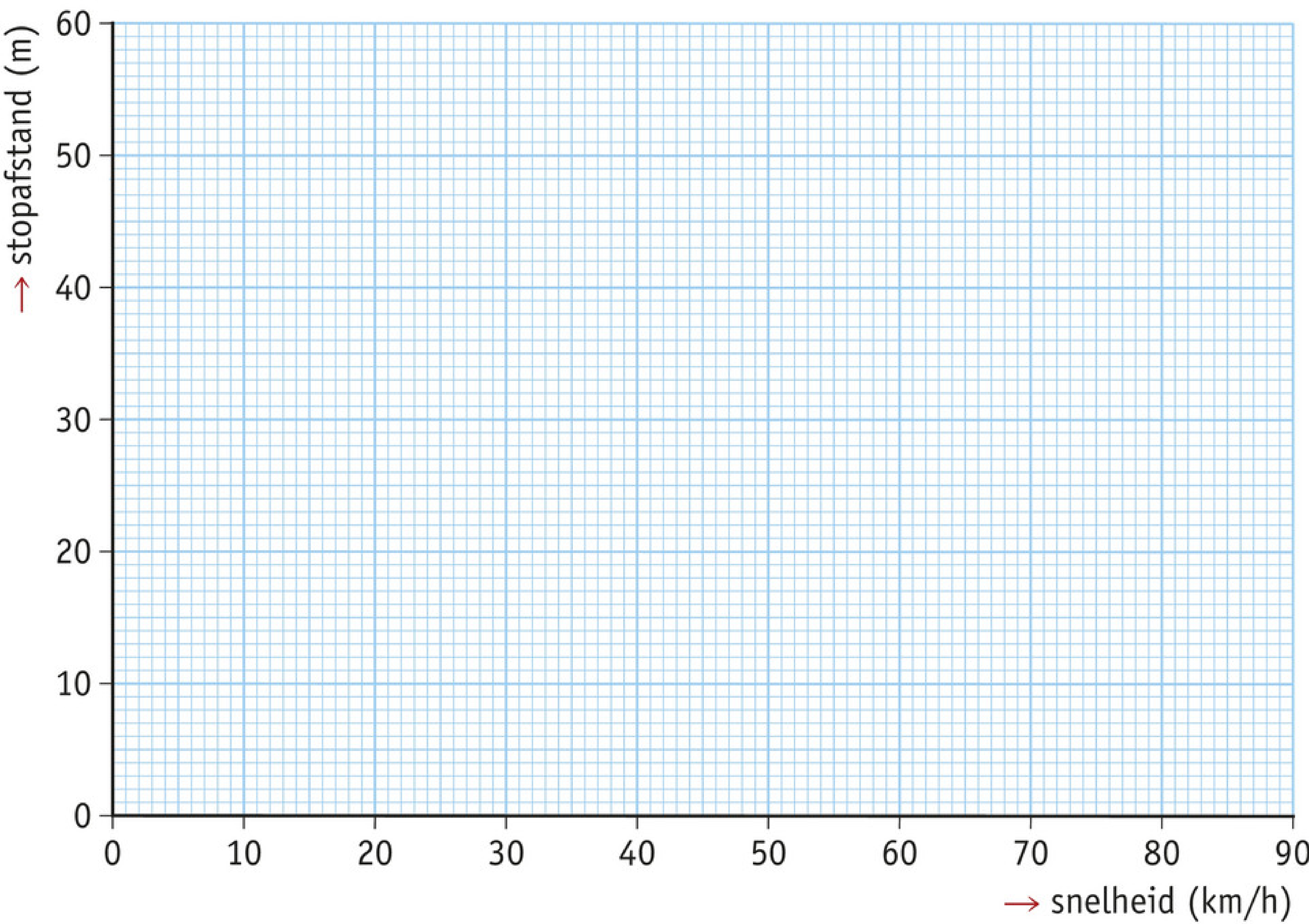
....

....

....

tabel 1 Snelheid en stopafstand van een auto.

snelheid (km/h)	stopafstand (m)
0	0
30	11
50	23
55	27
60	31
80	50



afbeelding 9 Het verband tussen snelheid en stopafstand.

9 De segway is een elektrisch aangedreven tweewieler (afbeelding 10). Door met je lichaam voorover te hellen, gaat de segway rijden. Hij stopt als je weer naar achteren buigt.
Om op de openbare weg te mogen rijden, is de segway uitgebreid getest. Verschillende bestuurders rijden met een snelheid van 20 km/h. Ze maken een noodstop met een stopafstand tussen 4,6 en 6,5 m.

a Waardoor zijn de stopafstanden verschillend?

....

....

....

....

....

....

b In de handleiding van de segway staat het advies een helm te dragen. Dat vergroot de veiligheid. Het dragen van een helm vergroot een aantal grootheden die een rol spelen tijdens een botsing.
Noem een van de grootheden die dan wordt vergroot.

....

....



afbeelding 10 Rijden met de segway.

10 In veel verkeerssituaties is het van belang dat een auto binnen een bepaalde afstand tot stilstand komt. Hoe korter de stopafstand, des te kleiner is de kans op een ongeluk.
Hierna staan zeven omstandigheden die de stopafstand groter maken.

1 De bestuurder is afgeleid door ruziënde kinderen op de achterbank.
2 De auto is zwaarbeladen met passagiers en vakantiespullen.
3 De remmen van de auto zijn niet goed afgesteld.
4 De weg is glad doordat het heeft gesneeuwd.
5 De bestuurder heeft vijf glazen bier op.
6 De banden van de auto zijn aan vervanging toe.
7 De bestuurder rijdt veel te snel.

a Welke omstandigheid maakt zowel de reactie-afstand als de remweg langer? Noteer het nummer van de omstandigheid. ....

b Welke omstandigheden maken alleen de reactie-afstand langer? Noteer de nummers van de omstandigheden. ....

c Welke omstandigheden maken alleen de remweg langer? Noteer de nummers van de omstandigheden. ....

11 Een veiligheidsgordel beschermt de inzittenden tegen de gevolgen van een botsing.

a Leg uit hoe een veiligheidsgordel er bij een botsing voor zorgt dat de krachten op het lichaam kleiner worden.

....

....

....

b Leg uit hoe een veiligheidsgordel er bij een botsing voor zorgt dat de druk op het lichaam niet te groot wordt.

....

....

....

12 In afbeelding 11 is het (*v*,*t*)-diagram getekend van een auto die plotseling moet stoppen voor een overstekende hond.

a Hoelang duurt het voordat de bestuurder reageert? ....

b Bereken de reactie-afstand.

....

....

....

....

c Hoelang duurt het remmen?

....

....

d Bereken de remweg.

....

....

....

....

....

e Bepaal de stopafstand van de auto.

....

....

....

....

....

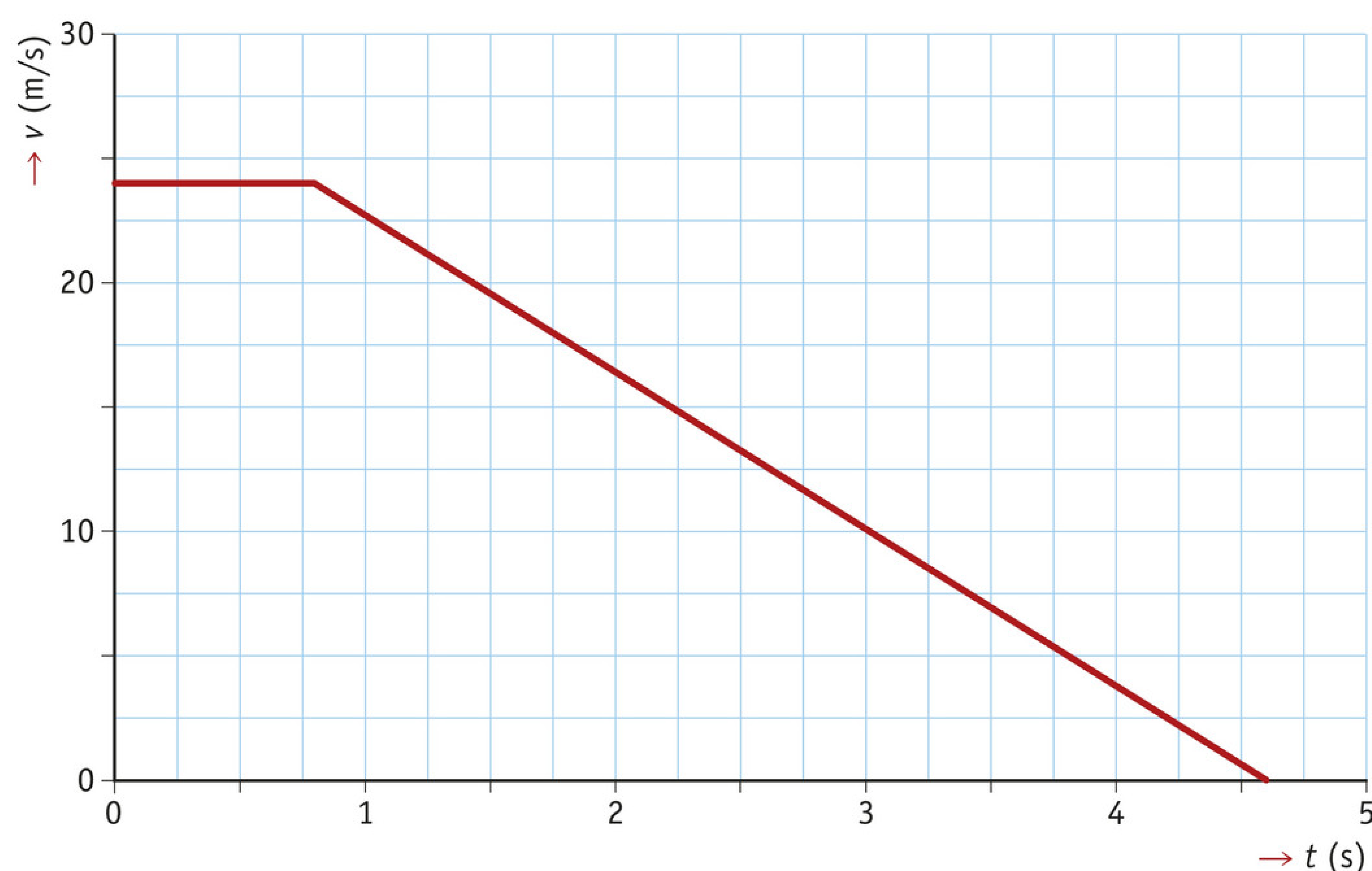
f De bestuurder gebruikt medicijnen waardoor zijn reactietijd 2× zo groot wordt.
Beredeneer hoe groot de stopafstand van de auto nu wordt.

....

....

....

....



afbeelding 11 Het (*v*,*t*)-diagram van een auto die plotseling moet stoppen.

★ 13 Bij een autotest is bij verschillende snelheden een noodstop gemaakt op een nat wegdek. In afbeelding 12 zie je een diagram met de reactietijden en remtijden.

a Wat is volgens het diagram juist over de reactietijd bij toenemende snelheden?
- ○ A De reactietijd blijft gelijk.
- ○ B De reactietijd is steeds anders.
- ○ C De reactietijd neemt af.
- ○ D De reactietijd neemt toe.

b Bereken de reactie-afstand bij 120 km/h.

....

....

....

....

....

c Bereken de remweg bij een snelheid van 120 km/h. Lees eerst de remtijd af in afbeelding 12.

....

....

....

....

....

....

....

d Bereken de stopafstand bij een snelheid van 120 km/h. Rond af op een geheel getal.

....

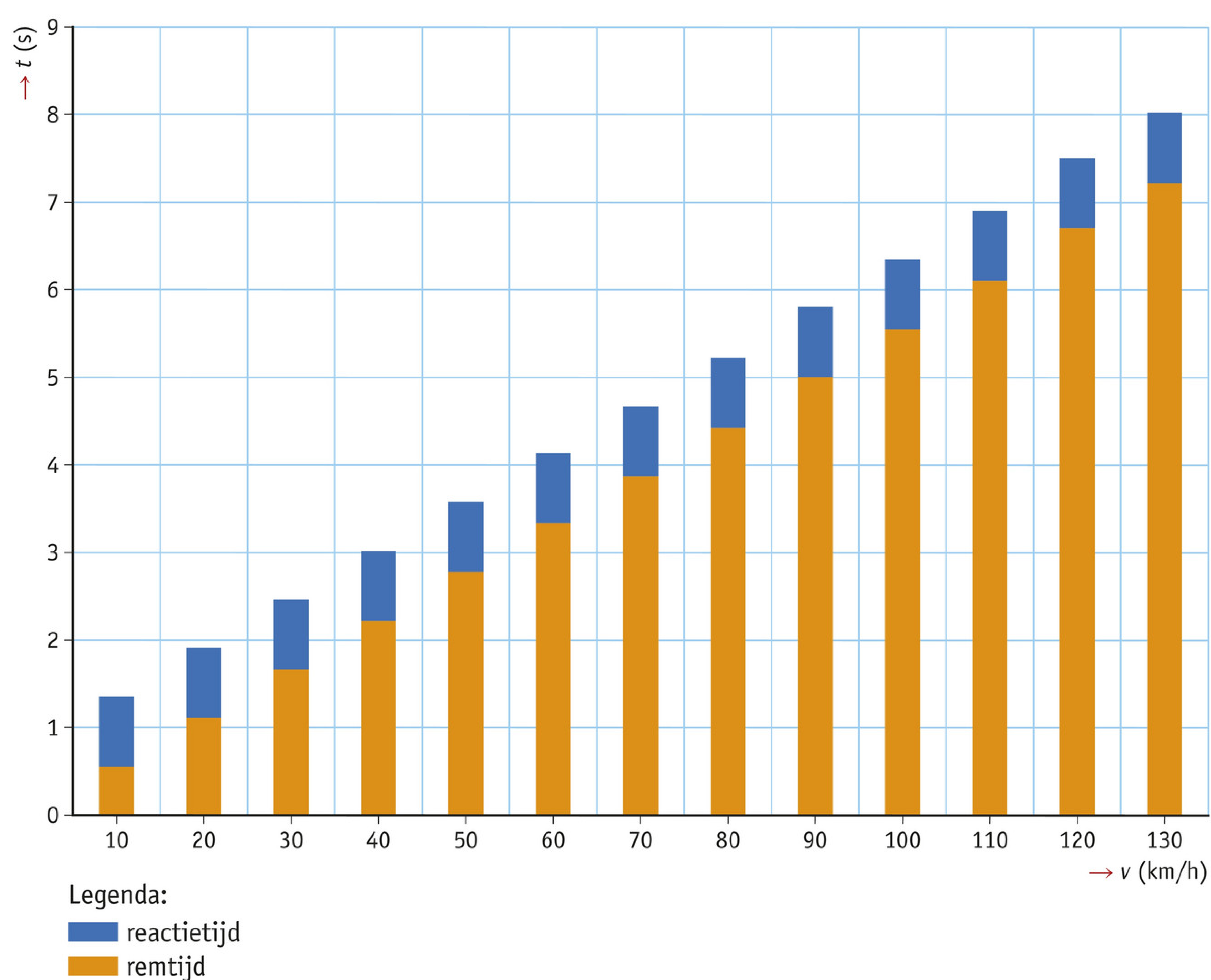
....

....

....

....

....



afbeelding 12 Reactietijden en remtijden.

Test je kennis met de *Test jezelf*.

Practica

PROEF 1 DE LUCHTKUSSENBAAN

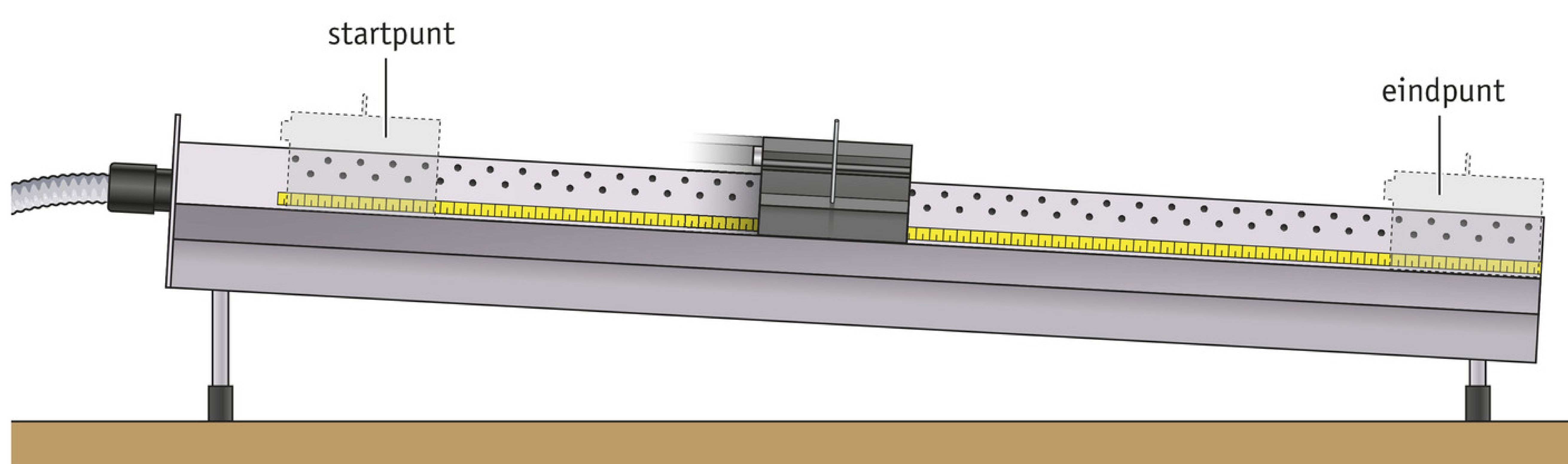
45 minuten

Inleiding
Het wagentje van een luchtkussenbaan zweeft vlak boven de baan op een dun laagje lucht. Daardoor is er (bijna) geen wrijvingskracht. Als je de baan een beetje schuin zet, beweegt het wagentje naar beneden.

Doel
Bij deze proef onderzoek je de beweging van het wagentje op een luchtkussenbaan.

Nodig
- ☐ luchtkussenbaan
- ☐ wagentje
- ☐ stopwatch
- ☐ meetlat

Uitvoeren
- Bouw de opstelling van afbeelding 1. Markeer het startpunt en het eindpunt van de beweging.
- Meet de afstand tussen het startpunt en het eindpunt.



afbeelding 1 De opstelling van proef 1.

1 De afstand is: ....

- Zet het wagentje in de startpositie bij het beginpunt.
- Laat het karretje los en start tegelijkertijd de tijdmeting.
- Stop de tijdmeting als het karretje voorbij de eindmarkering glijdt.
- Doe deze meting vier keer achter elkaar.

2 Noteer de gemeten tijd.

- bij meting 1: ……………………………………
- bij meting 2: ……………………………………
- bij meting 3: ……………………………………
- bij meting 4: ……………………………………

3 Reken uit en vul in.

De tijd is gemiddeld: ……………………………………

Uitwerken

4 Gebruik je metingen om de gemiddelde snelheid van het wagentje te bepalen.

$$v_{gem} = \frac{s}{t} = \frac{\ldots\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots\ldots} = \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ m/s}$$

5 Beantwoord de volgende vragen.

a Is de beweging van het wagentje eenparig, versneld of vertraagd?

……………………………………………………………………………………………………

b Hoe zie je dat?

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

c Bereken de eindsnelheid van het wagentje.

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………

- Je leraar vertelt je of je een verslag van deze proef moet maken.

PROEF 2 VERSNELD – EENPARIG – VERTRAAGD

45 minuten

Inleiding
Een tijdtikker is een apparaatje dat met een frequentie van 50 Hz stippen zet op een strook papier (de tikkerband). Je maakt de tikkerband vast aan een voorwerp waarvan je de beweging wilt vastleggen. Tijdens de beweging laat je de tijdtikker stippen op de band zetten. Na afloop kun je aan de hand van die stippen nagaan hoe het voorwerp heeft bewogen.

Doel
Je maakt met een tijdtikker een (*s*,*t*)-diagram van een versnelde, een eenparige en een vertraagde beweging.

Nodig
- ☐ tijdtikker
- ☐ voedingskastje
- ☐ 3 snoeren
- ☐ drukschakelaar
- ☐ 3 stroken tikkerband van 60 cm
- ☐ liniaal

Uitvoeren
Je doet deze proef met z'n tweeën.

- Sluit de tijdtikker via de schakelaar aan op het voedingskastje. Je leraar vertelt je op hoeveel volt wisselspanning je het apparaat moet laten werken.
- Leg een strook tikkerband van 60 cm in de tijdtikker.

Meting 1
- Je legt eerst een versnelde beweging vast.
- Leerling 1 trekt de strook met een steeds grotere snelheid door de tijdtikker.
- Leerling 2 schakelt op het juiste moment de tijdtikker in.
  Let op: je moet de hele beweging op de strook vastleggen.

1 Noteer op de strook dat het om 'beweging 1' gaat. Zet een B (van begin) bij de eerste stip op de strook. Zet een E (van eind) bij de laatste stip op de strook.

Meting 2
- Leg de tweede strook tikkerband in de tijdtikker.
- Je legt nu een eenparige beweging vast.
- Leerling 1 trekt de strook met een constante snelheid door de tijdtikker.
- Leerling 2 schakelt op het juiste moment de tijdtikker in.

2 Noteer op de strook dat het om 'beweging 2' gaat. Zet een B bij de eerste stip op de strook. Zet een E bij de laatste stip van de strook.

Meting 3
- Leg de derde strook tikkerband in de tijdtikker.
- Je legt tot slot een vertraagde beweging vast.
- Leerling 1 laat de strook eerst snel bewegen en daarna steeds langzamer tot hij stilstaat. Oefen dit een paar keer zonder de tijdtikker aan te zetten, voordat je de proef echt doet.
- Leerling 2 schakelt op het juiste moment de tijdtikker in.

3 Noteer op de strook dat het om ‘beweging 3’ gaat. Zet een B bij de eerste stip op de strook. Zet een E bij de laatste stip op de strook.

Uitwerken

Bij het uitwerken gebruik je de eerste 30 cm van strook 1 en 2 en de laatste 30 cm van strook 3.

4 Noteer de meetgegevens:
- **a** van de eerste 30 cm van beweging 1 in tabel 1.
- **b** van de eerste 30 cm van beweging 2 in tabel 2.
- **c** van de laatste 30 cm van beweging 3 in tabel 3.

tabel 1 Beweging 1: de versnelde beweging.

tijd (s)	afstand (cm)	tijd (s)	afstand (cm)	tijd (s)	afstand (cm)
0,1		1,1		2,1	
0,2		1,2		2,2	
0,3		1,3		2,3	
0,4		1,4		2,4	
0,5		1,5		2,5	
0,6		1,6		2,6	
0,7		1,7		2,7	
0,8		1,8		2,8	
0,9		1,9		2,9	
1,0		2,0		3,0	

tabel 2 Beweging 2: de eenparige beweging.

tijd (s)	afstand (cm)	tijd (s)	afstand (cm)	tijd (s)	afstand (cm)
0,1		1,1		2,1	
0,2		1,2		2,2	
0,3		1,3		2,3	
0,4		1,4		2,4	
0,5		1,5		2,5	
0,6		1,6		2,6	
0,7		1,7		2,7	
0,8		1,8		2,8	
0,9		1,9		2,9	
1,0		2,0		3,0	

tabel 3 Beweging 3: de vertraagde beweging.

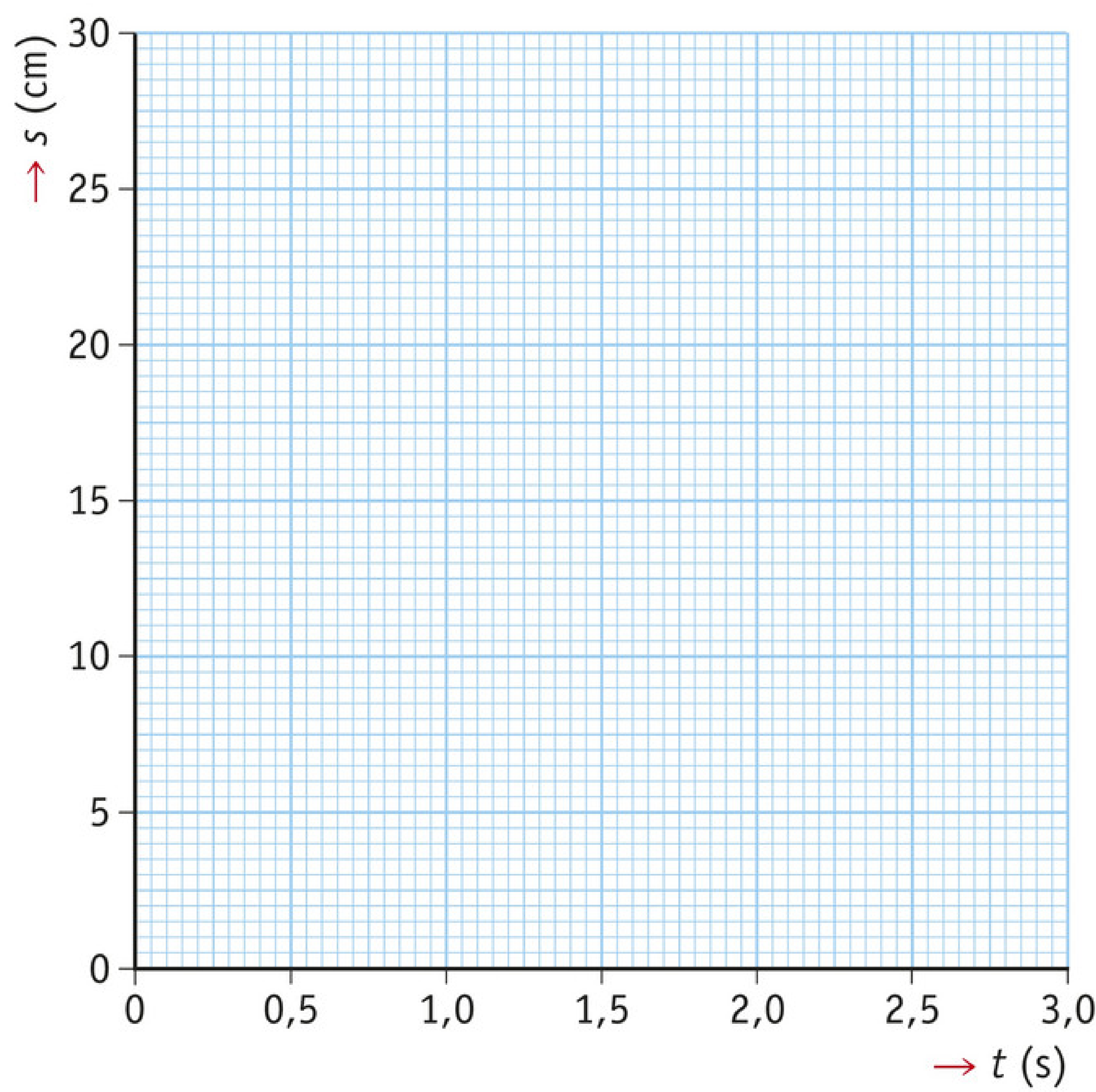
tijd (s)	afstand (cm)	tijd (s)	afstand (cm)	tijd (s)	afstand (cm)
0,1		1,1		2,1	
0,2		1,2		2,2	
0,3		1,3		2,3	
0,4		1,4		2,4	
0,5		1,5		2,5	
0,6		1,6		2,6	
0,7		1,7		2,7	
0,8		1,8		2,8	
0,9		1,9		2,9	
1,0		2,0		3,0	

5 Teken een (*s*,*t*)-diagram:

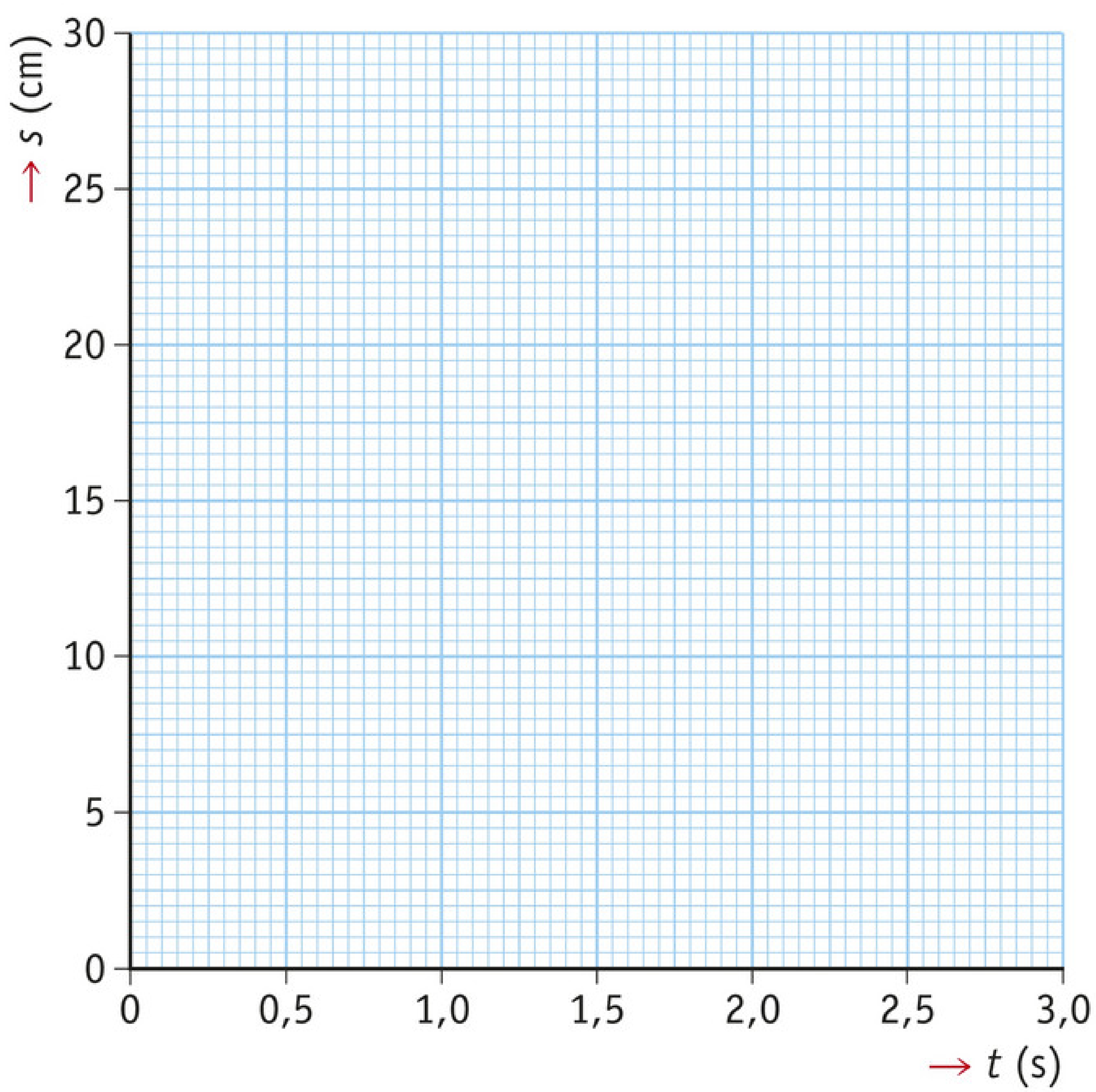
a van de eerste 30 cm van beweging 1 in afbeelding 2.

b van de eerste 30 cm van beweging 2 in afbeelding 3.

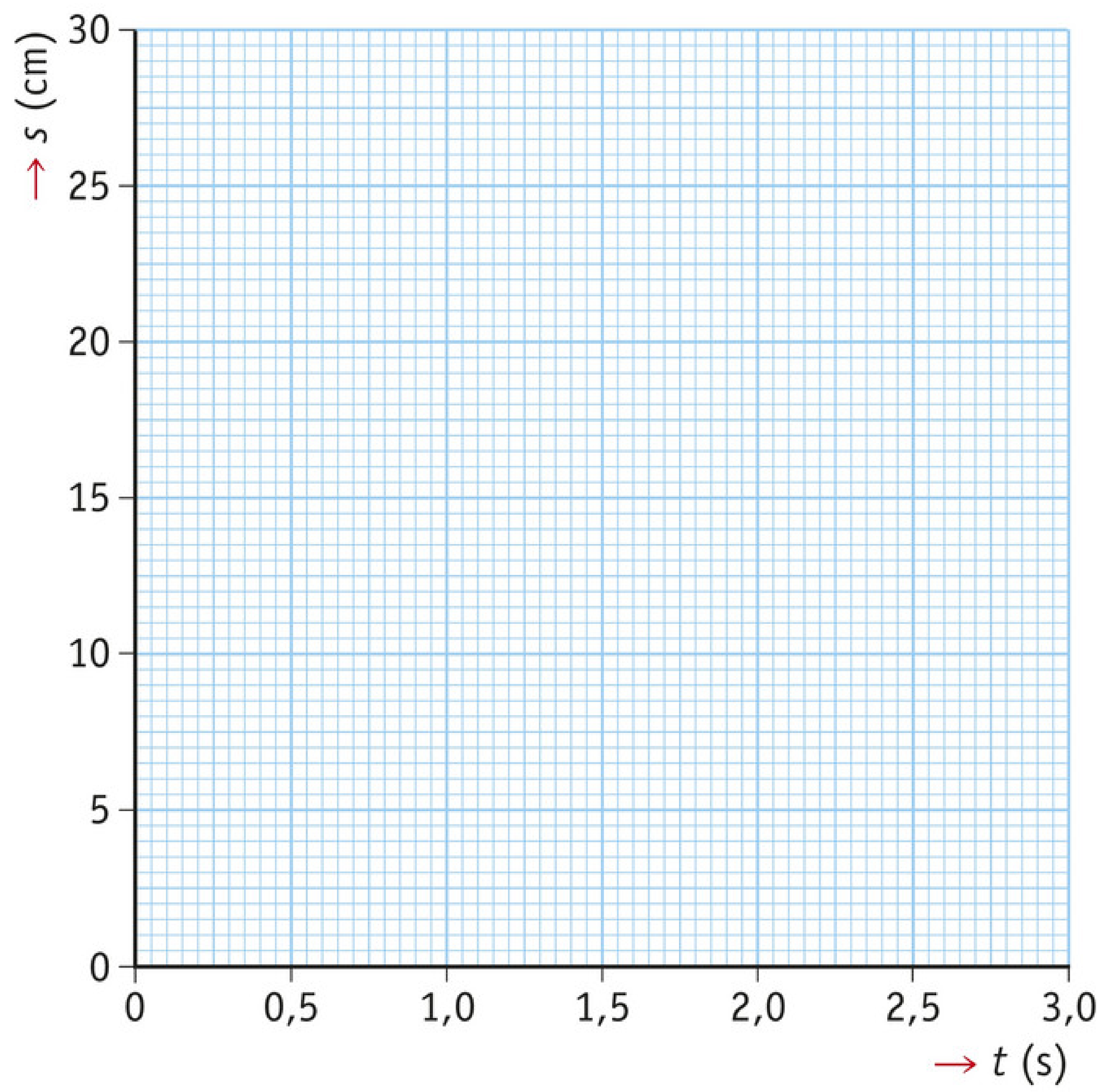
c van de laatste 30 cm van beweging 3 in afbeelding 4.



afbeelding 2 Het (*s*,*t*)-diagram van beweging 1.



afbeelding 3 Het (*s*,*t*)-diagram van beweging 2.



afbeelding 4 Het (*s*,*t*)-diagram van beweging 3.

6 Hoe ziet de grafiek eruit:

a van de versnelde beweging?

....

....

....

b van de eenparige beweging?

....

....

....

c van de vertraagde beweging?

....

....

....

PROEF 3 REMWEG EN MASSA

45 minuten

Inleiding

Net als een auto heeft ook een fiets een remweg. De lengte van die remweg hangt af van verschillende omstandigheden. Eén van die omstandigheden is de massa van de fiets en de fietser.

Doel

Bij deze proef onderzoek je hoe de remweg verandert als je iemand achterop meeneemt.

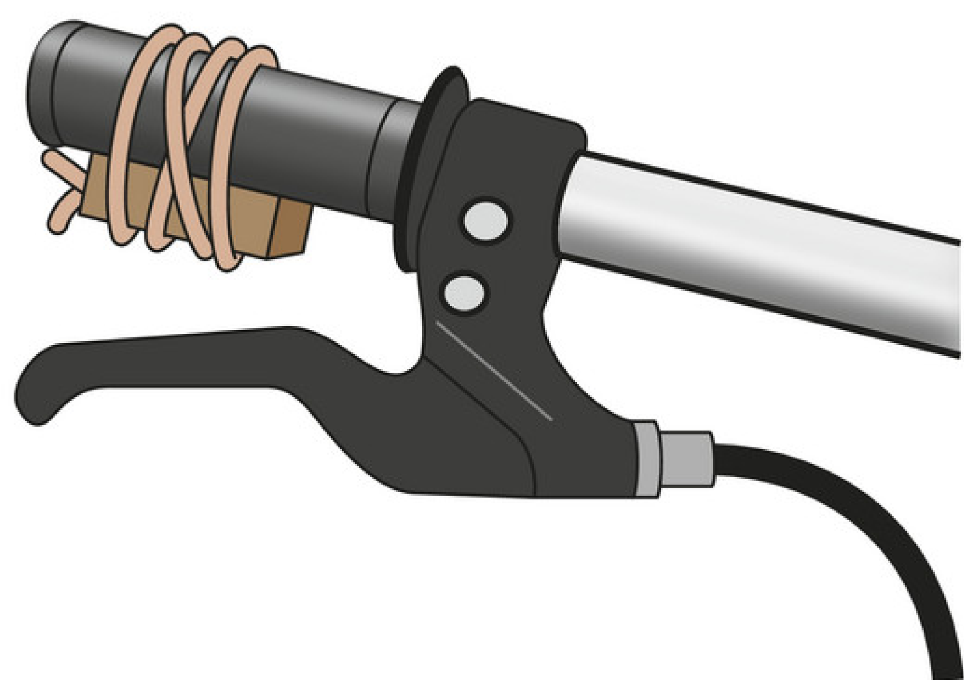
Nodig

- ☐ stopwatch
- ☐ meetlint
- ☐ fiets met handremmen
- ☐ 2 houten blokjes
- ☐ touw

Uitvoeren

Je voert deze proef met z'n vieren uit. Leerling 1 fietst, leerling 2 neemt de tijd op, leerling 3 meet de remweg en leerling 4 is passagier. Wissel tijdens de proef regelmatig van rol.

- Maak de blokjes vast aan het stuur zoals in afbeelding 5 is getekend.
- Zet op een stille weg een traject van 10 m uit. Geef het begin- en eindpunt duidelijk aan.



afbeelding 5 Zo kun je steeds met dezelfde kracht remmen.

- Leerling 1 rijdt met een constante snelheid over het traject van 10 m. Meteen na het eindpunt remt hij of zij af tot de fiets stilstaat.
- Leerling 2 meet de tijd waarin leerling 1 de 10 m aflegt.
- Leerling 3 meet hoe lang de remweg is.
- Leerling 4 rijdt drie van de zes keren mee als passagier op de bagagedrager van de fiets.

- Je voert deze proef zes keer uit:
  1 langzaam rijdend, zonder passagier;
  2 langzaam rijdend, met passagier;
  3 gewoon rijdend, zonder passagier;
  4 gewoon rijdend, met passagier;
  5 snel rijdend, zonder passagier;
  6 snel rijdend, met passagier.

1 Noteer je meetresultaten in tabel 4.

tabel 4 De gegevens van zes keer remmen.

meting	tijd (s)	snelheid (m/s)	remweg (m)
1			
2			
3			
4			
5			
6			

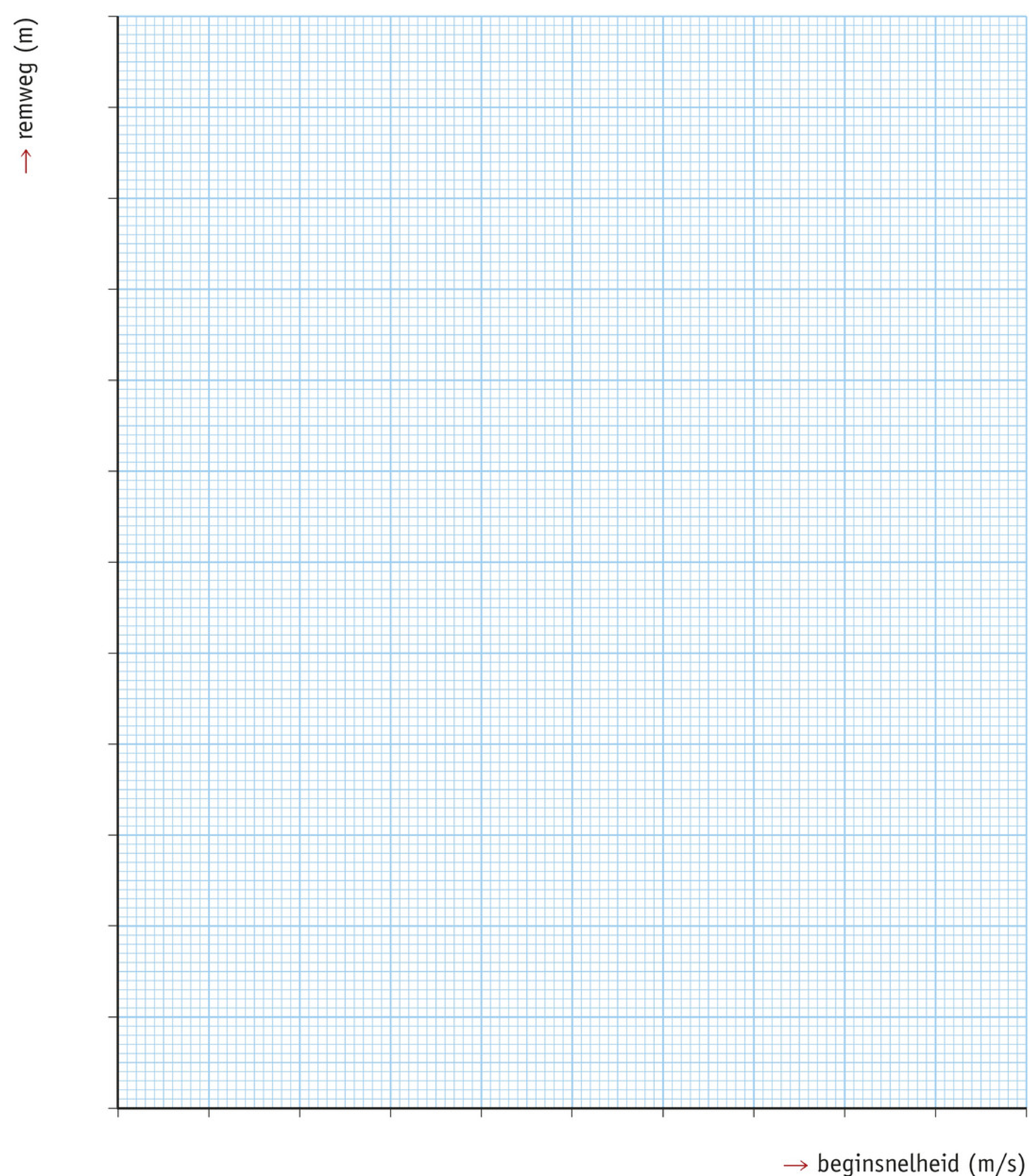
Uitwerken

2 Bereken hoe groot de beginsnelheid bij elke proef was.
Noteer de uitkomsten in de derde kolom van tabel 4.

3 Teken in afbeelding 6:

a met blauw een grafiek van proeven 1, 3 en 5 (zonder passagier).

b met rood een grafiek van proeven 2, 4 en 6 (met passagier).



afbeelding 6 De remweg van een fiets: zonder passagier en met passagier.

4 Lees uit de grafiek af hoe groot de remweg is:

a als je 18 km/h (5 m/s) fietst, zonder passagier.

....

b als je 18 km/h (5 m/s) fietst, met passagier.

....

5 Welke conclusie kun je uit deze proef trekken?

....

....

....

....

....

PROEF 4 ONDERZOEK: DE SNELHEID METEN

45 minuten

Inleiding

Er zijn allerlei bewegingen waarbij een voorwerp eenparig beweegt. Het heeft dan een constante snelheid. Bij deze proef bepaal je de snelheid van zo'n beweging.

Doel

Je onderzoekt hoe groot de snelheid van een beweging is. Je moet daarvoor twee andere grootheden meten: de afgelegde weg en de tijd.

Uitvoeren en uitwerken

Zie de vaardigheid *Een onderzoek doen*.

- Maak een werkplan en voer het onderzoek uit.

1 Zie de vaardigheid *Een onderzoeksverslag maken.*
Presenteer de uitkomsten in je onderzoeksverslag.

Leerstofoverzicht

14.1 EENPARIGE BEWEGING

ONTHOUD

- Als een voertuig met constante snelheid rijdt, kun je de afgelegde weg berekenen met de formule: $s = v \cdot t$
- Als een voorwerp met constante snelheid beweegt, noem je dat een eenparige beweging.
- Van een beweging kun je een afstand-tijdtabel maken. Met de gegevens in zo'n tabel kun je het (*s*,*t*)-diagram van de beweging tekenen. Dat is een grafiek waarin de afstand is uitgezet tegen de tijd.
- Je kunt de snelheid van een eenparige beweging berekenen door de afgelegde weg te delen door de tijd. In formulevorm: $v = \frac{s}{t}$
- Om een snelheid in m/s om te rekenen naar km/h, vermenigvuldig je de snelheid met 3,6. Om een snelheid in km/h om te rekenen naar m/s, deel je de snelheid door 3,6.
- Van een beweging kun je ook een (*v*,*t*)-diagram tekenen. Dat is een grafiek waarin de snelheid is uitgezet tegen de tijd.
- In afbeelding 1a zie je het (*s*,*t*)-diagram en (*v*,*t*)-diagram van zo'n beweging. Het (*s*,*t*)-diagram is een rechte stijgende lijn, het (*v*,*t*)-diagram een horizontale rechte lijn.

BEGRIPPEN

eenparige beweging
Beweging met een constante snelheid.

(*s*,*t*)-diagram
Grafiek van een beweging waarin de afstand op elk moment is uitgezet tegen de tijd.

snelheid
Afstand die je in een bepaalde tijd aflegt.

(*v*,*t*)-diagram
Grafiek van een beweging waarin de snelheid op elk moment is uitgezet tegen de tijd.

14.2 VERSNELLEN EN VERTRAGEN

ONTHOUD

- Vaak is een beweging niet eenparig, maar verandert de snelheid steeds. Van een beweging met steeds veranderende snelheid kun je de gemiddelde snelheid uitrekenen met de formule: $v_{gem} = \frac{s}{t}$
- Bij een eenparig versnelde beweging is de snelheidstoename per seconde steeds even groot. Bij een eenparig vertraagde beweging is de snelheidsafname per seconde steeds even groot.
- Je kunt de afgelegde weg van zo'n beweging in twee stappen berekenen.

  Eerst bereken je de gemiddelde snelheid met: $v_{gem} = \frac{v_b + v_e}{2}$

  Daarna bereken je de afgelegde weg met: $s = v_{gem} \cdot t$
- In afbeelding 1b en 1c zie je de (*s*,*t*)-diagrammen en (*v*,*t*)-diagrammen van een eenparig versnelde en een eenparig vertraagde beweging. Het (*s*,*t*)-diagram is in beide gevallen een kromme lijn, het (*v*,*t*)-diagram is in beide gevallen een rechte lijn.

BEGRIPPEN

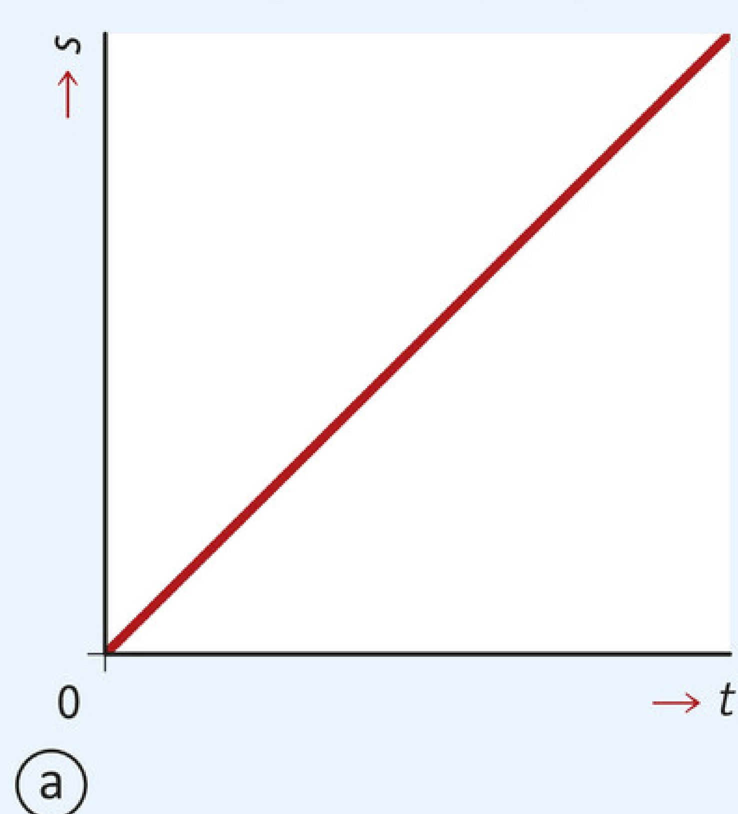
eenparig versnelde beweging
Beweging met een constante versnelling: de snelheidstoename per seconde is steeds even groot.

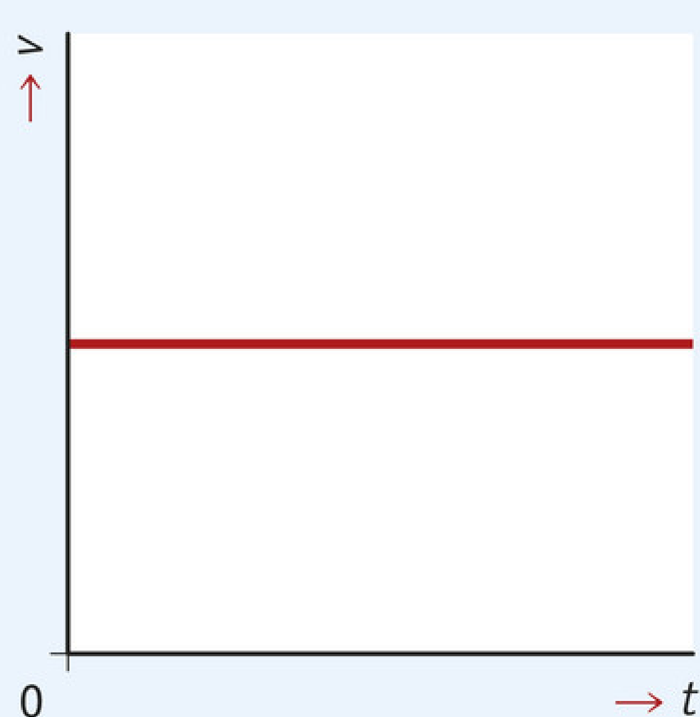
eenparig vertraagde beweging
Beweging met een constante vertraging: de snelheidsafname per seconde is steeds even groot.

gemiddelde snelheid
Berekende constante snelheid waarmee je dezelfde afstand in dezelfde tijd zou hebben afgelegd.

versnelde beweging
Beweging waarbij de snelheid steeds groter wordt; een optrekkende auto beweegt versneld.

afbeelding 1 Eenparige bewegingen.

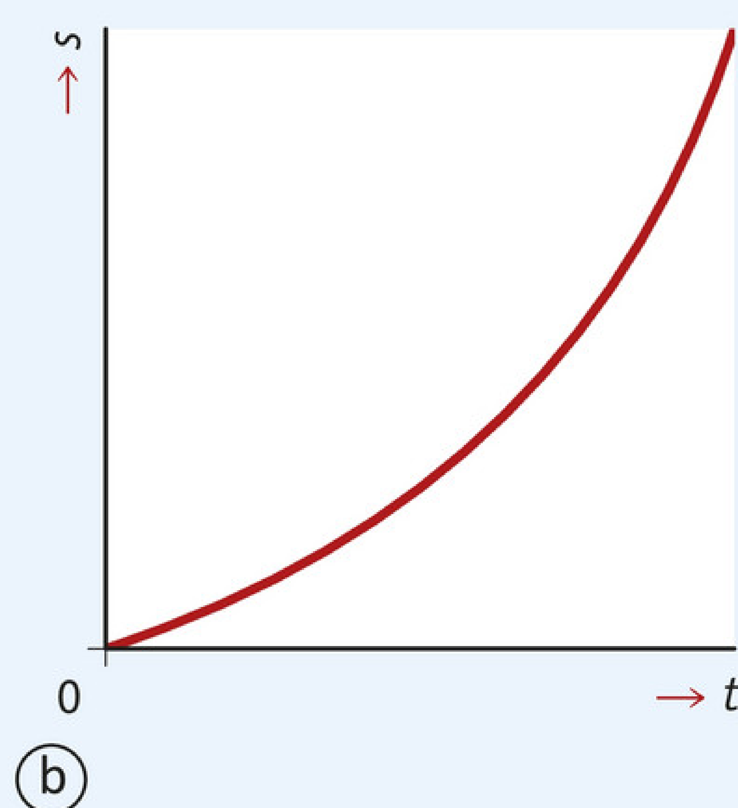


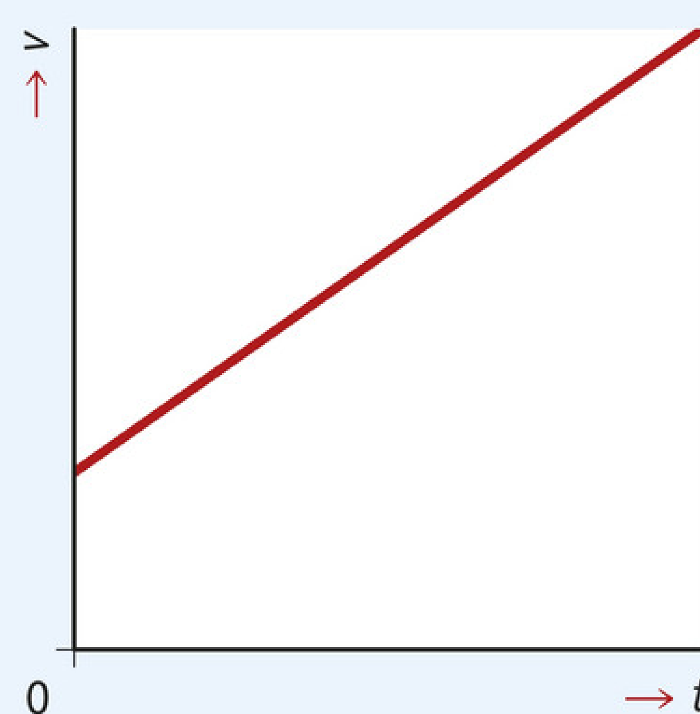


eenparig

v is constant

$s = v \cdot t$

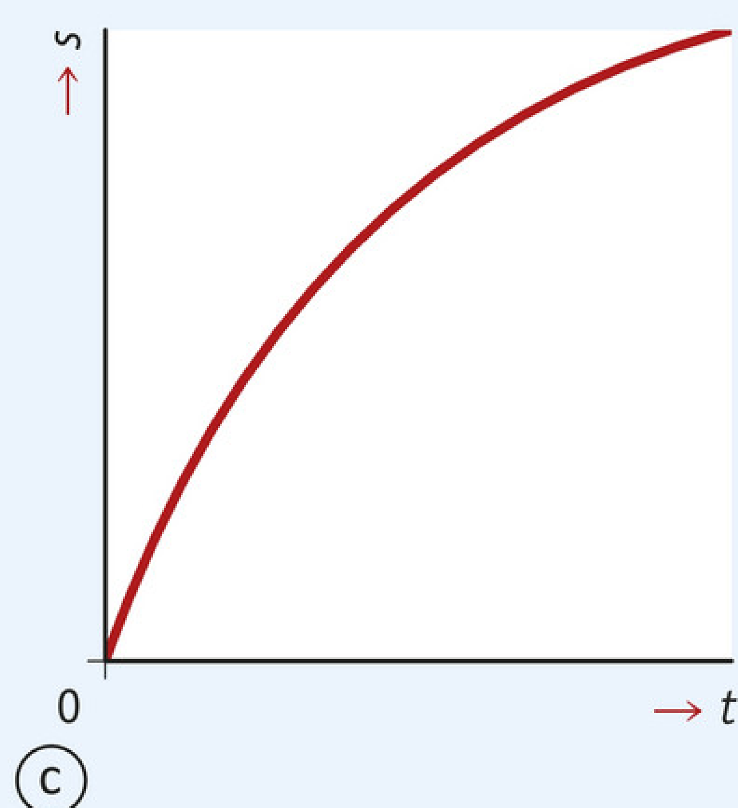


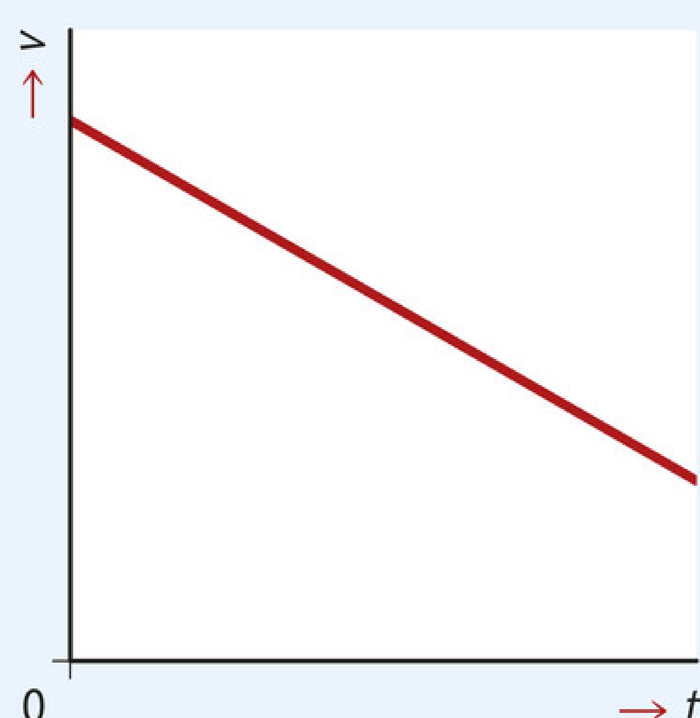


eenparig versneld

$v_{gem} = \frac{v_b + v_e}{2}$

$s = v_{gem} \cdot t$





eenparig vertraagd

$v_{gem} = \frac{v_b + v_e}{2}$

$s = v_{gem} \cdot t$

14.3 AANDRIJVEN EN TEGENWERKEN

ONTHOUD

- Op een voertuig kunnen aandrijfkrachten en tegenwerkende krachten werken. Een voorbeeld van een aandrijfkracht is spierkracht. Tegenwerkende krachten zijn luchtwrijving, rolwrijving en wrijvingskracht.
- Als je alle krachten bij elkaar optelt die op een voorwerp werken, dan oefenen deze krachten samen één nettokracht uit op dat voorwerp.
- Als de aandrijfkracht op een voorwerp groter is dan alle tegenwerkende krachten samen, beweegt het voorwerp versneld. De nettokracht werkt dan in de bewegingsrichting.
- Als de aandrijfkracht op een voorwerp even groot is als alle tegenwerkende krachten samen, verandert de snelheid van het voorwerp niet. De nettokracht is dan 0 N.
- Als de aandrijfkracht op een voorwerp kleiner is dan alle tegenwerkende krachten samen, beweegt het voorwerp vertraagd. De nettokracht werkt dan tegen de bewegingsrichting in.
- Het verschijnsel dat een voorwerp zijn snelheid wil behouden noem je traagheid.

BEGRIPPEN

aandrijfkracht
Kracht waardoor een voertuig vooruitgaat.

luchtwrijving
Tegenwerkende kracht van de lucht op een rijdend voertuig.

nettokracht
Het totaal van alle krachten.

resultante
Andere naam voor nettokracht.

rolwrijving
Kracht die ontstaat doordat de banden van een voertuig en de ondergrond waarover de banden rijden vervormen tijdens het rijden.

stuwkracht
Ander woord voor aandrijfkracht.

tegenwerkende kracht
Kracht die tegen de bewegingsrichting van een voertuig in werkt.

traagheid
Natuurkundig verschijnsel dat een voorwerp zijn snelheid wil behouden.

wrijvingskracht
Kracht die aanwezig is als twee oppervlakken over elkaar schuiven of willen gaan schuiven.

14.4 VEILIGHEID IN HET VERKEER

ONTHOUD

- De stopafstand is de totale afstand die een automobilist nodig heeft om tot stilstand te komen. De stopafstand = de reactie-afstand + de remweg.
- De reactie-afstand wordt afgelegd met constante snelheid; de automobilist is bezig te reageren en heeft de rem nog niet ingetrapt. De tijd die nodig is om te reageren is de reactietijd.
- De remweg wordt afgelegd met afnemende snelheid; de rem is ingetrapt en de auto beweegt nu eenparig vertraagd.
- Bij het kiezen van een veilige snelheid zijn vier dingen belangrijk:
  - het soort weg;
  - het overige verkeer;
  - het weer;
  - bijzondere omstandigheden:
    - hoe zwaar de auto is beladen;
    - de toestand van de banden;
    - de toestand van de remmen;
    - de toestand van de bestuurder.
- Bij een botsing worden inzittenden van een auto beschermd door:
  - een kooiconstructie om de inzittenden heen;
  - kreukelzones aan de voor- en achterkant van de auto;
  - veiligheidsgordels;
  - airbags;
  - hoofdsteunen.
- Motor- en scooterrijders zijn voor de bescherming van hun hoofd verplicht een veiligheidshelm te dragen.

BEGRIPPEN

airbag
Opblaasbaar kussen dat bij een botsing snel wordt opgeblazen.

hoofdsteun
Steun die op een autostoel is bevestigd om je hoofd en je nek te beschermen bij een botsing van achteren.

kooiconstructie
Deel van een auto dat moeilijk te vervormen is, en zo de inzittenden beschermt.

kreukelzone
Deel van een auto dat gemakkelijk vervormt bij een botsing. Daardoor wordt de auto afgeremd. De remkracht op de mensen in de auto wordt dan kleiner.

reactie-afstand
Afstand die een auto aflegt tijdens de reactietijd, als de rem nog niet is ingetrapt.

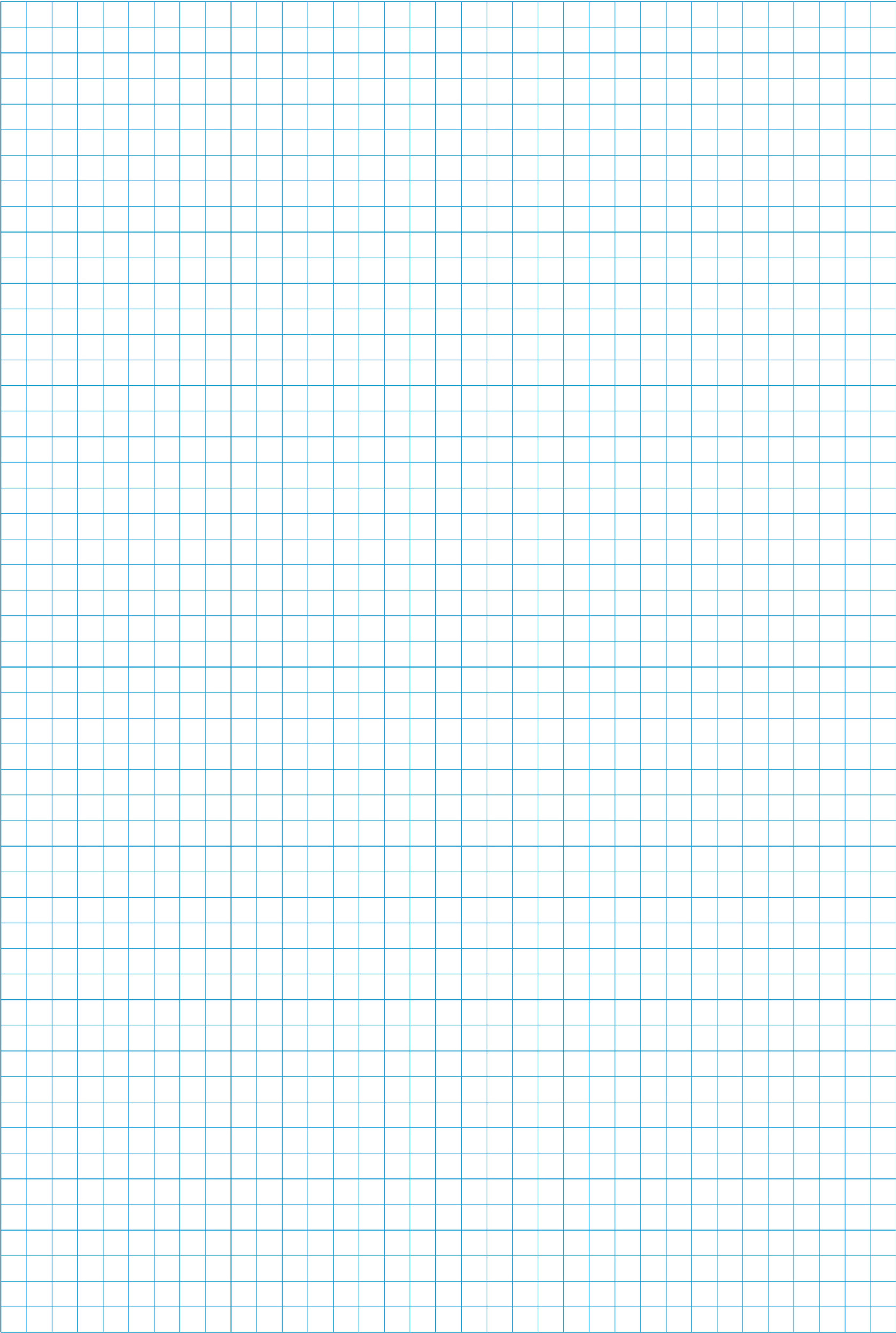
reactietijd
Tijdsduur tussen het zien van een gevaar en het volledig intrappen van de rem.

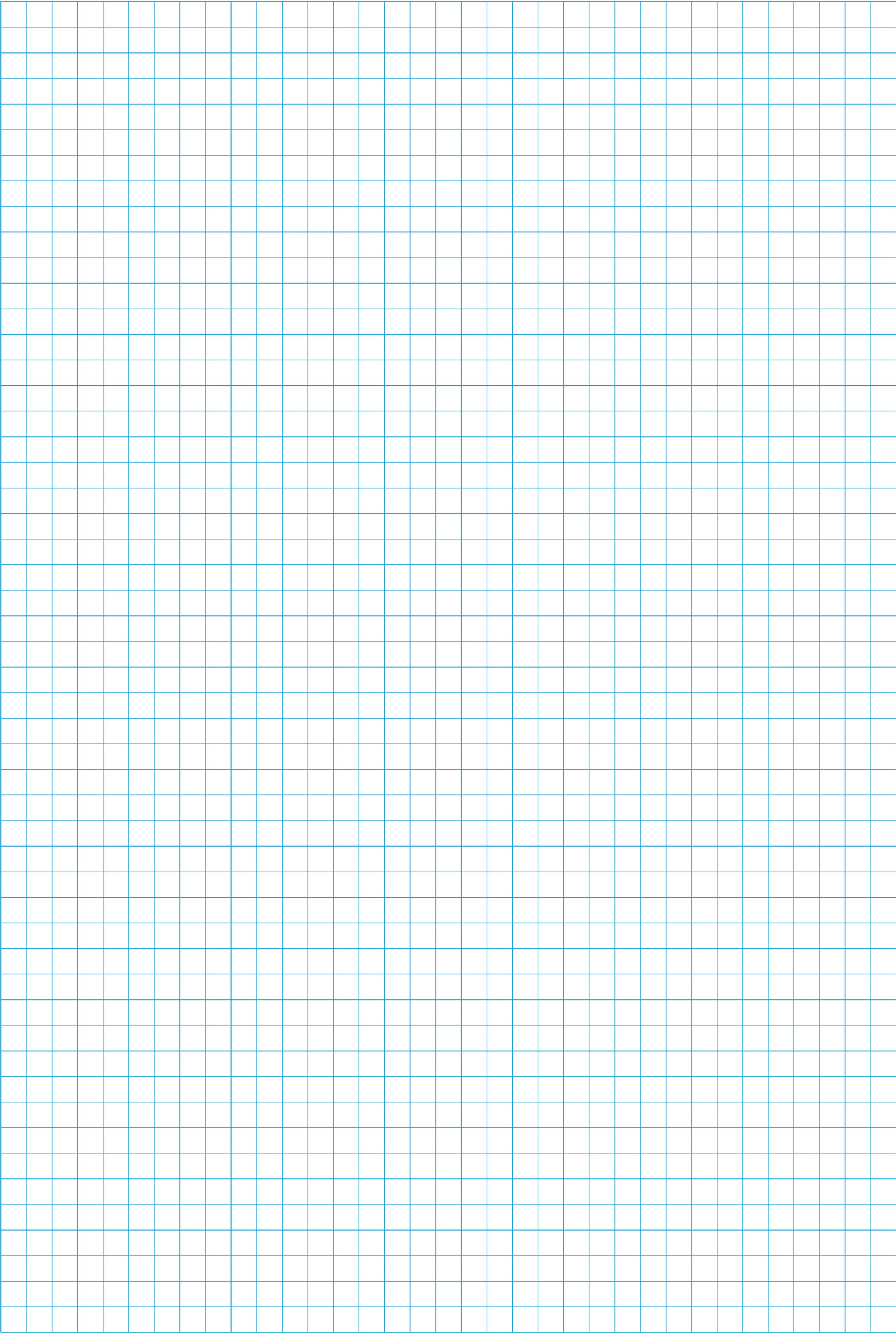
remweg
Afstand die een auto aflegt vanaf het intrappen van de rem totdat hij stilstaat.

veiligheidsgordel
Brede band om het lichaam van de inzittenden van een auto; de gordel houdt je tegen tijdens een botsing en laat je samen met de auto afremmen.

veiligheidshelm
Helm die het hoofd beschermt van bijvoorbeeld motor- en scooterrijders bij een botsing.


Ga naar de *Flitskaarten*.





Examentraining B

EXAMEN DOEN
Binnenkort is het zover. Dan doe je examen in Nask 1. Het is belangrijk om je goed voor te bereiden. Dan heb je de meeste kans om te slagen. In deze examentraining oefen je met een 'echt' examen. Of bijna echt, want je oefent op papier en het echte examen maak je op de computer.





1 Het digitale examen

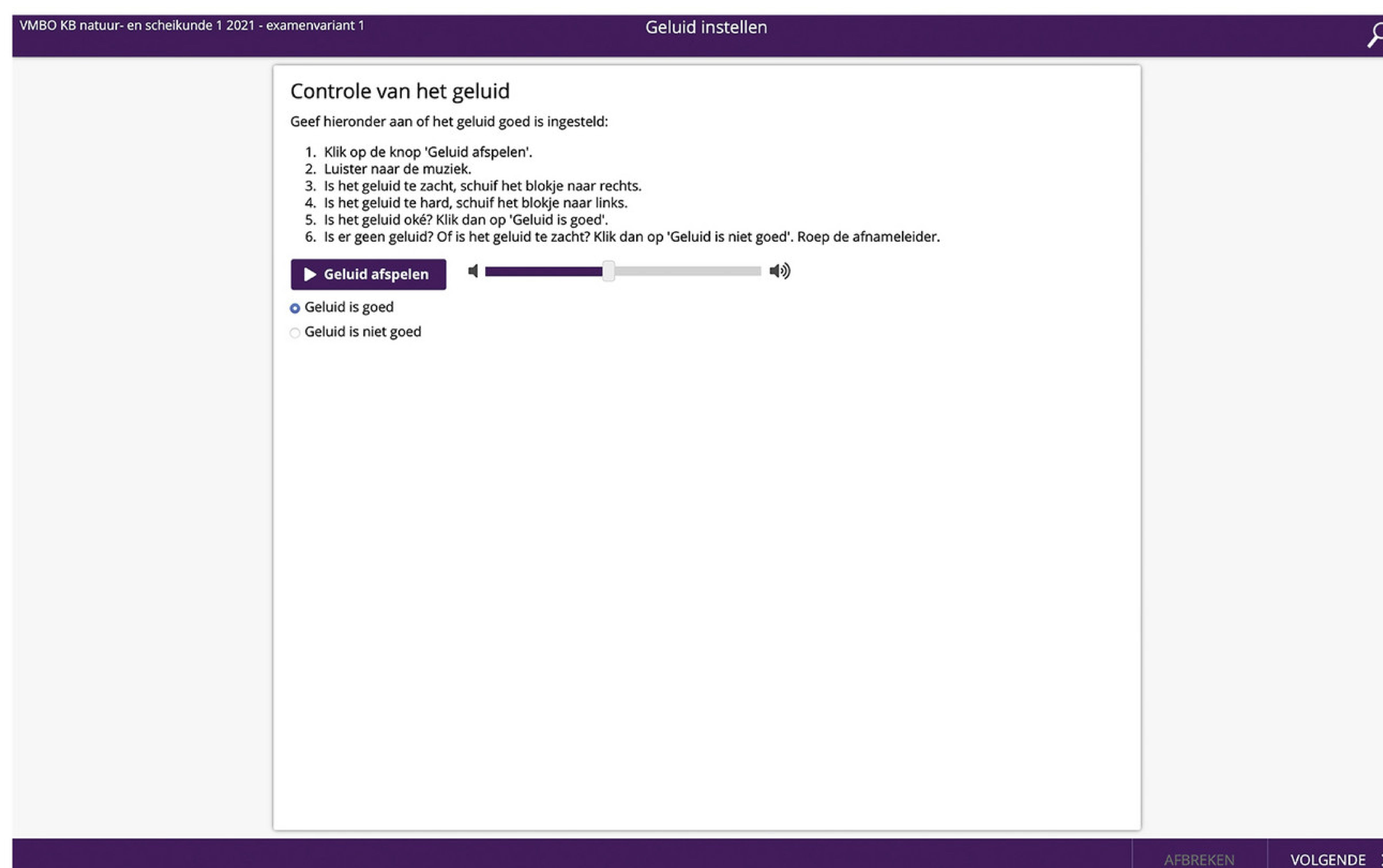
In de vier boeken van Nask 1 heb je geoefend met de leerstof. In deel 4A heb je geoefend met examenvaardigheden. In dit deel 4B leer je welke soorten opdrachten je op het examen kunt verwachten en oefen je hiermee.

Het examen voor Nask 1 wordt digitaal afgenomen. Dat betekent dat je alle opdrachten op een computer leest. Ook al je antwoorden geef je op de computer. Het programma waarin je je examen maakt, heet FACET. Op oefenen.facet.onl kun je online oefenexamens maken.

BEGIN VAN HET EXAMEN

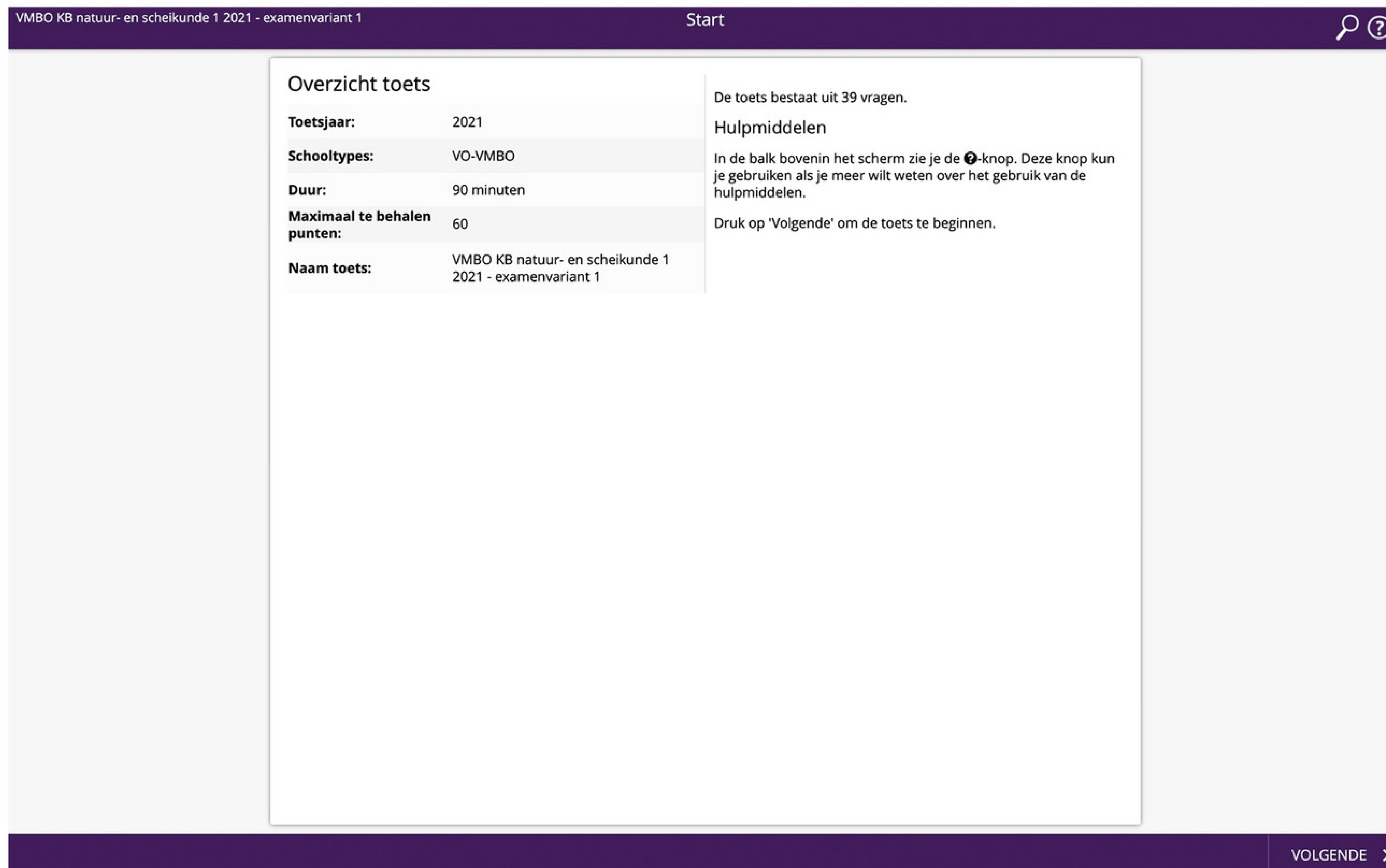
Als je met je examen begint, dan zie je op je computer een overzicht met je persoonlijke gegevens. Het is belangrijk dat je controleert of je naam juist is geschreven. Ook moet je controleren of de andere gegevens kloppen. Klopt er iets niet, meld dit dan bij je leraar.

Tijdens je examen moet je soms naar geluidsfragmenten luisteren. Daarom kun je op het tweede scherm de geluidssterkte instellen (afbeelding 1). Ga als volgt te werk:
1 Doe je oortjes in of zet je koptelefoon op.
2 Klik op de knop 'Geluid afspelen'. Luister of je het muziekje goed kunt horen.
3 Pas de geluidssterkte eventueel aan door het schuifje te bewegen. Naar links voor zachter geluid, naar rechts voor harder geluid.
4 Klik de knop 'Geluid is goed' aan. Je kunt tijdens het examen ook nog de geluidssterkte aanpassen.
5 Is de geluidssterkte goed? Druk dan op 'Volgende'.



afbeelding 1 Op dit scherm stel je de geluidssterkte in.

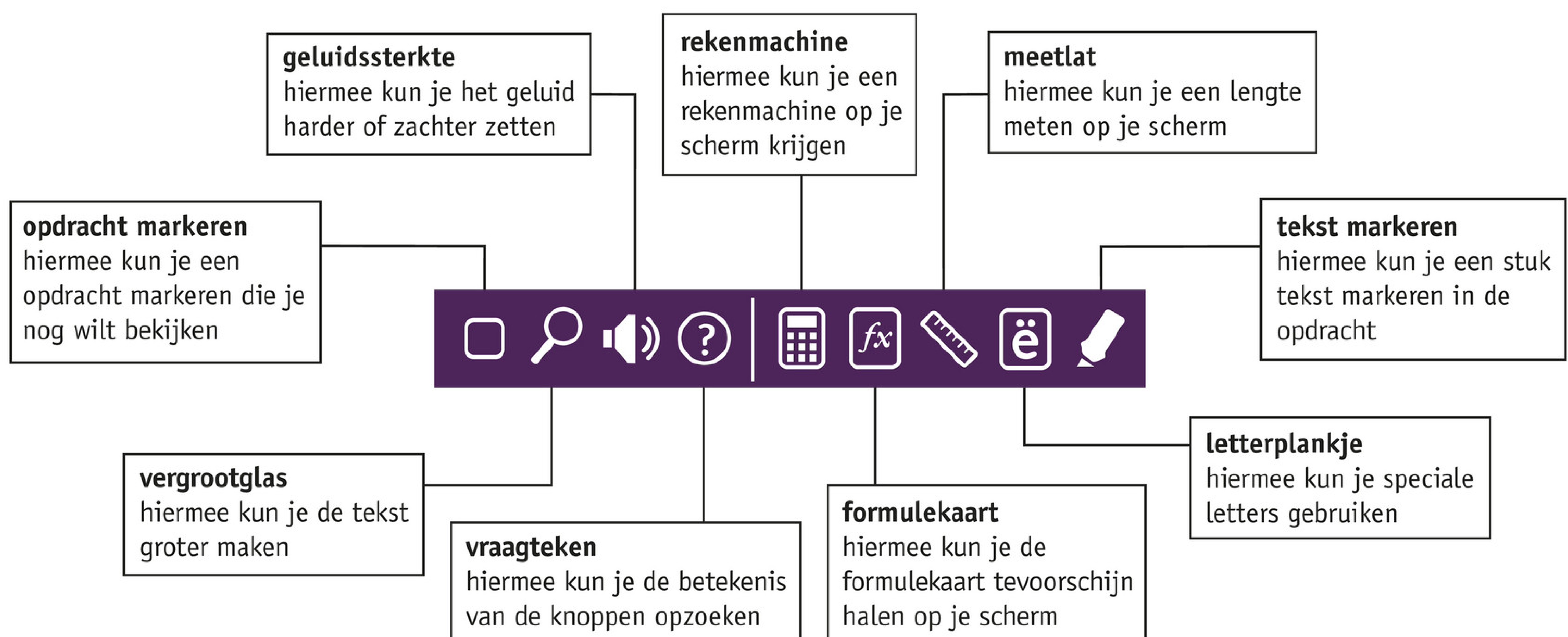
Dan zie je het overzicht van het examen (afbeelding 2). De belangrijkste informatie op dit scherm is dat je 1,5 uur de tijd hebt om het examen te maken.



afbeelding 2 Controleer de tijd die je hebt om je examen te maken.

TIJDENS HET EXAMEN

Tijdens je examen moet je ongeveer 35 opdrachten maken. Je ziet tijdens het examen steeds een balk in beeld. Op die balk staan negen knoppen. In afbeelding 3 zie je wat je met die knoppen kunt doen.



afbeelding 3 De knoppenbalk in Facet.

EINDE VAN HET EXAMEN

Als je de laatste opdracht van het examen hebt gemaakt, krijg je het overzicht van afbeelding 4 te zien. In dat overzicht zie je welke opdrachten je hebt ingevuld en welke nog niet. In dit voorbeeld zijn de opdrachten 7, 8 en 11 nog niet ingevuld. Deze hokjes zijn nog steeds wit.

Zorg ervoor dat je bij elke vraag iets invult.

afbeelding 4 Overzicht van het examen.

OPDRACHTEN

1 Hoe maak je je examen?

- ○ A Je maakt je examen op de computer.
- ○ B Je maakt je examen op papier.
- ○ C Je mag zelf kiezen of je je examen op papier of op de computer maakt.

2 Wat moet je als eerste doen als je met het je examen begint?

....

....

3 Wanneer kun je de geluidssterkte van de geluidsfragmenten van het examen instellen?

- ○ A Dat kan alleen bij de geluidsfragmenten.
- ○ B Dat kan alleen aan het begin van het examen.
- ○ C Dat kan op elk moment tijdens je examen.

4 Hoelang duurt het examen? ....

5 Je moet tijdens het examen in Facet de letter è typen in het woord ampère.
Welke knop gebruik je hiervoor?

- ○ A letterplankje
- ○ B tekst markeren
- ○ C vergrootglas

6 Tijdens het maken van het examen ben je bij opdracht 15. Je weet het antwoord op deze opdracht niet helemaal zeker. Om geen tijd te verliezen, wil je eerst andere opdrachten maken.
Hoe kun je ervoor zorgen dat je aan het eind van het examen niet vergeet dat je nog naar opdracht 15 moet kijken?

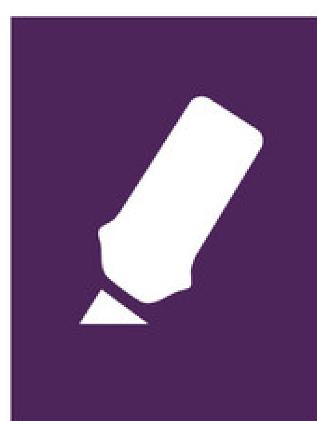
....

....

7 Je klikt op de knop van afbeelding 5.
Wat kun je dan doen met de tekst?

....

....



afbeelding 5
Wat kun je doen
met deze knop?

8 Wat moet je aan het einde van je examen doen, voordat je je examen inlevert?

....

....

....

9 Waar kun je controleren of je alle opdrachten hebt ingevuld?

....

....

10 Hoe zie je dat je een opdracht niet hebt ingevuld?

....

....

11 Soms sla je een opdracht over omdat je het antwoord niet weet.
Is het verstandig om bij zo'n opdracht iets in te vullen?

....

....

....

2 Bijzondere examenopdrachten

Op het examen moet je verschillende soorten opdrachten uitvoeren. Bij de meeste opdrachten is meteen duidelijk wat je moet doen. Je moet een keuze maken tussen verschillende antwoordmogelijkheden. Of je moet een woord of een zin invullen.

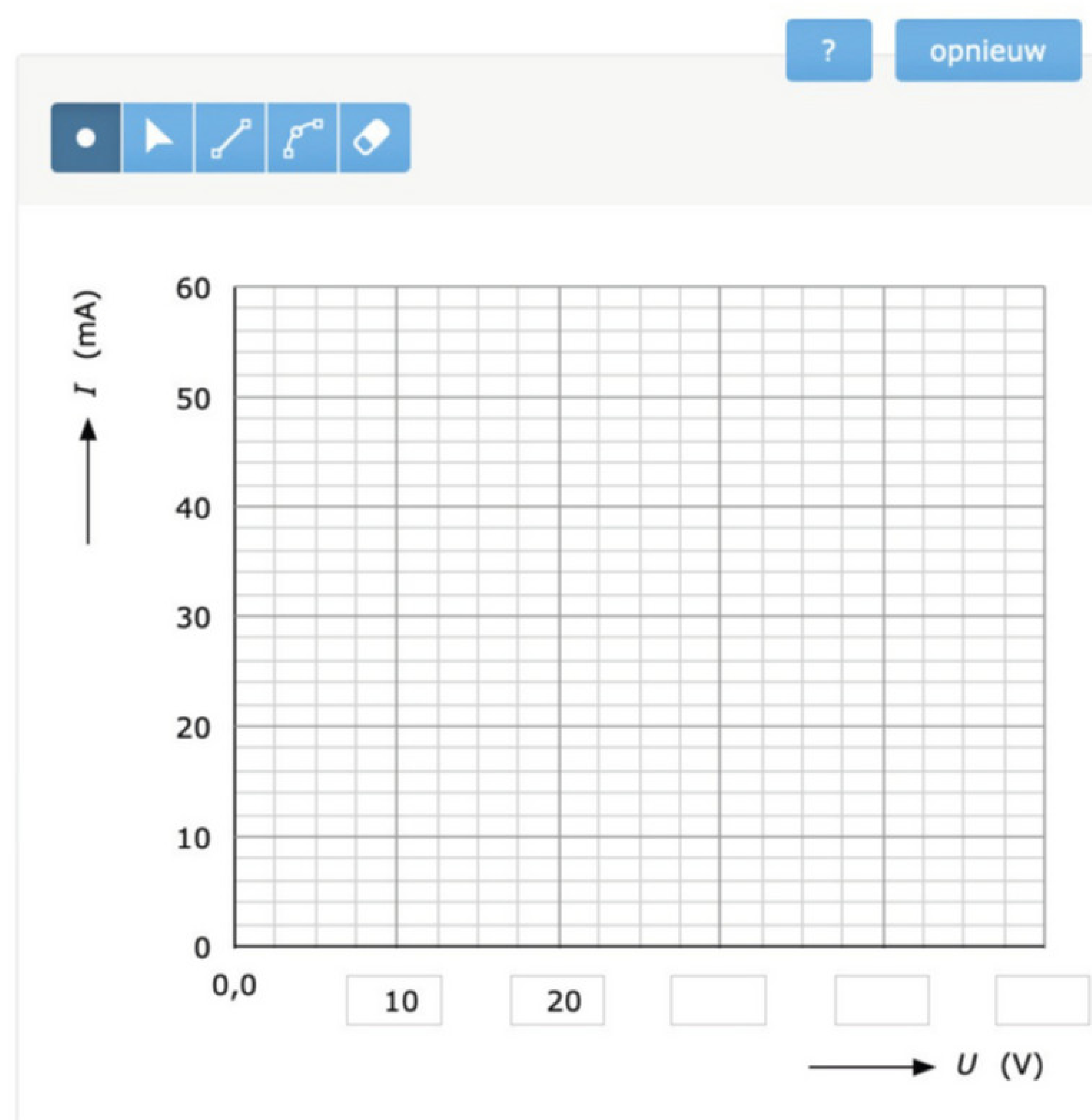
Maar er zijn ook opdrachten die anders zijn, omdat je deze opdrachten online moet maken. Bijvoorbeeld een grafiek tekenen. Online een grafiek tekenen heb je nog niet gedaan.
Bij elke bijzondere opdracht is er een uitleg. Bij elke uitleg staat ook een echte examenopdracht. Zo kun je oefenen met wat je hebt geleerd.

EEN GRAFIEK TEKENEN

Een opdracht die in een examen vaak voorkomt, is een grafiek tekenen. Je hebt in Nova al vaker grafieken getekend, maar dat deed je op papier. In Facet moet je de grafiek op je computer tekenen. Dat doe je als volgt:

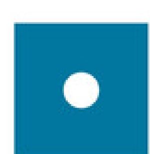
Vaak moet je zelf eerst de indeling van één van de assen maken. Je zet dan getallen bij de as (afbeelding 6). Zorg ervoor dat je de getallen zo kiest, dat je minimaal twee derde deel van de as gebruikt.

afbeelding 6 Indelen van de *x*-as.

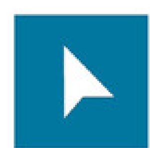


De getallen 10 en 20 zijn al ingevuld.

Om een grafiek te tekenen, moet je eerst punten zetten.



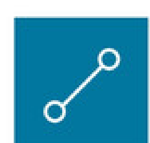
Om de punten te tekenen, gebruik je deze knop. Als je hierop klikt, zie je een potlood dat als een cursor in het diagram beweegt. Klik op de plek waar je de punt wilt zetten.



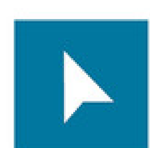
Meestal staat de punt niet meteen op de juiste plek. Klik dan op deze knop om de punt te verplaatsen.

Heb je alle punten op de juiste plek gezet, kijk dan of je een rechte lijn of een kromme lijn kunt herkennen.

Rechte lijn

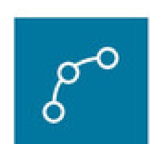


Herken je een rechte lijn, ga dan verder met deze knop. Geef eerst het beginpunt aan door op de linkermuisknop te klikken. Houd deze vast en sleep naar het eindpunt van je lijn. Laat de muisknop los. Je hebt de lijn getekend.

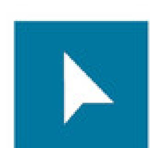


Met deze knop kun je het beginpunt en het eindpunt van de rechte lijn verplaatsen.

Kromme lijn



Herken je een kromme lijn, ga dan verder met deze knop. Geef eerst het beginpunt aan door op de linkermuisknop te klikken. Houd deze vast en sleep naar het eindpunt van je lijn. Laat de muisknop los. Je krijgt dan een lijn te zien met daarin een cirkeltje (afbeelding 7a). Als je met je potlood op het cirkeltje gaat staan, kun je de kromme lijn tekenen (afbeelding 7b).

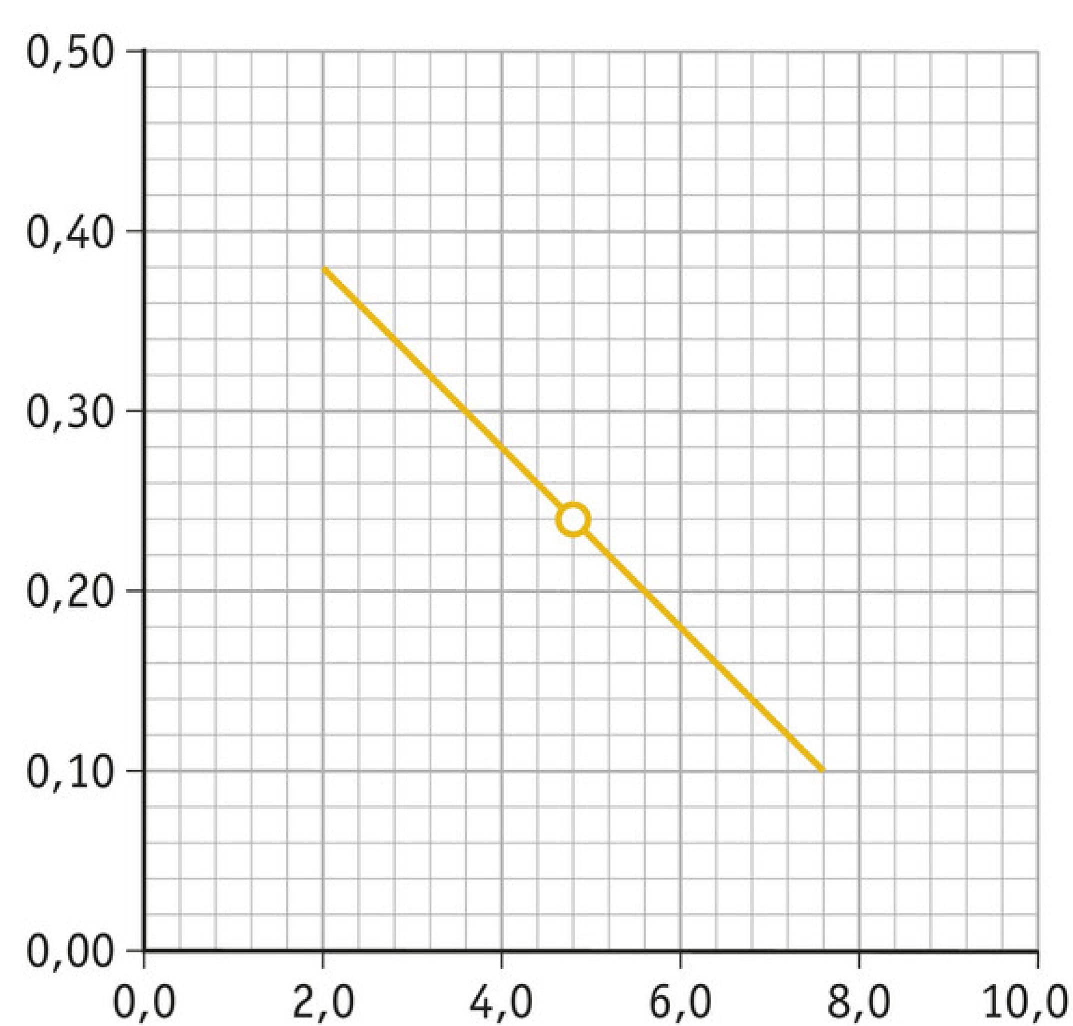


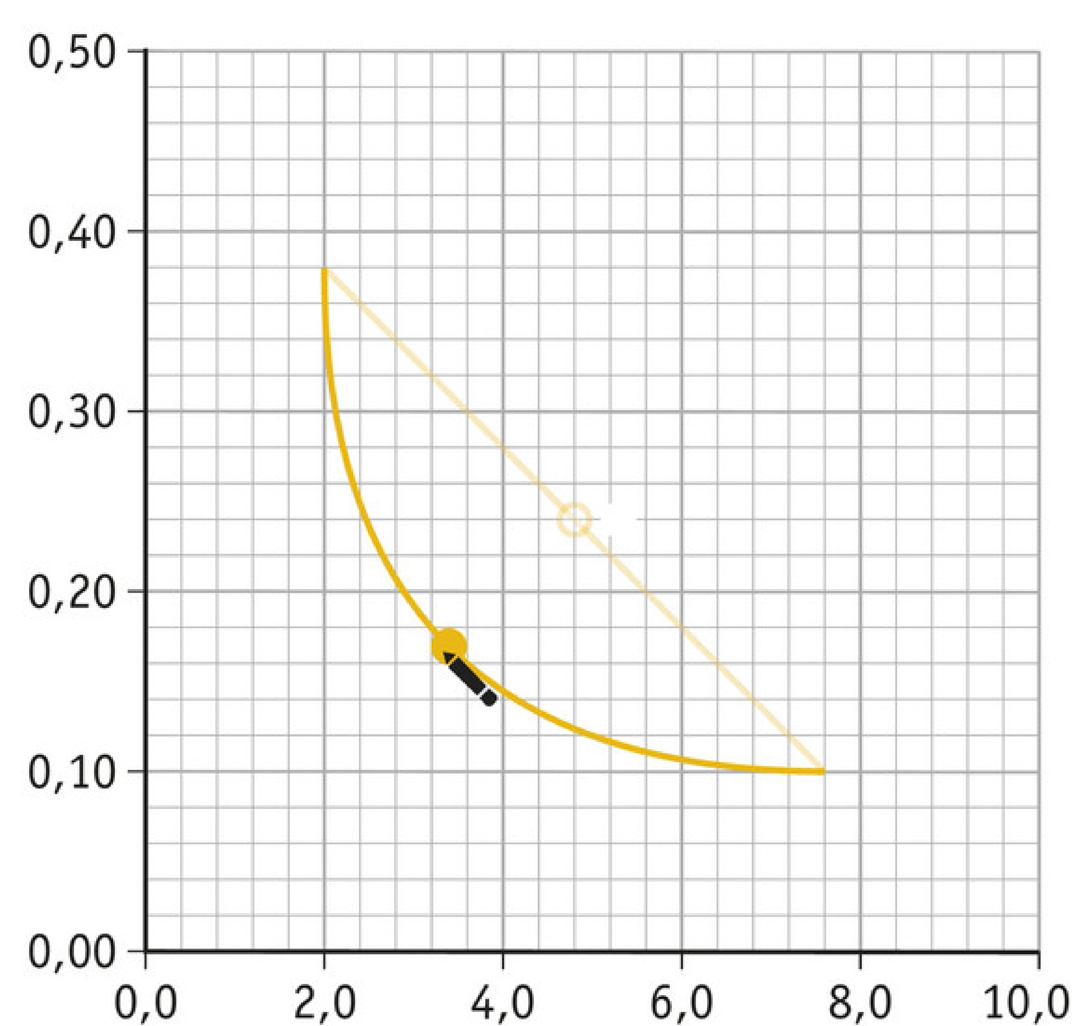
Met deze knop kun je het beginpunt en het eindpunt van de kromme lijn verplaatsen. Ook kun je hiermee de bocht die de lijn maakt verplaatsen.



Als je iets verkeerd hebt gedaan, kun je op deze knop klikken. Dit is de gum.

afbeelding 7 Een kromme lijn tekenen in Facet.





Op oefenen.facet.onl kun je oefenen met het tekenen van grafieken op de computer.

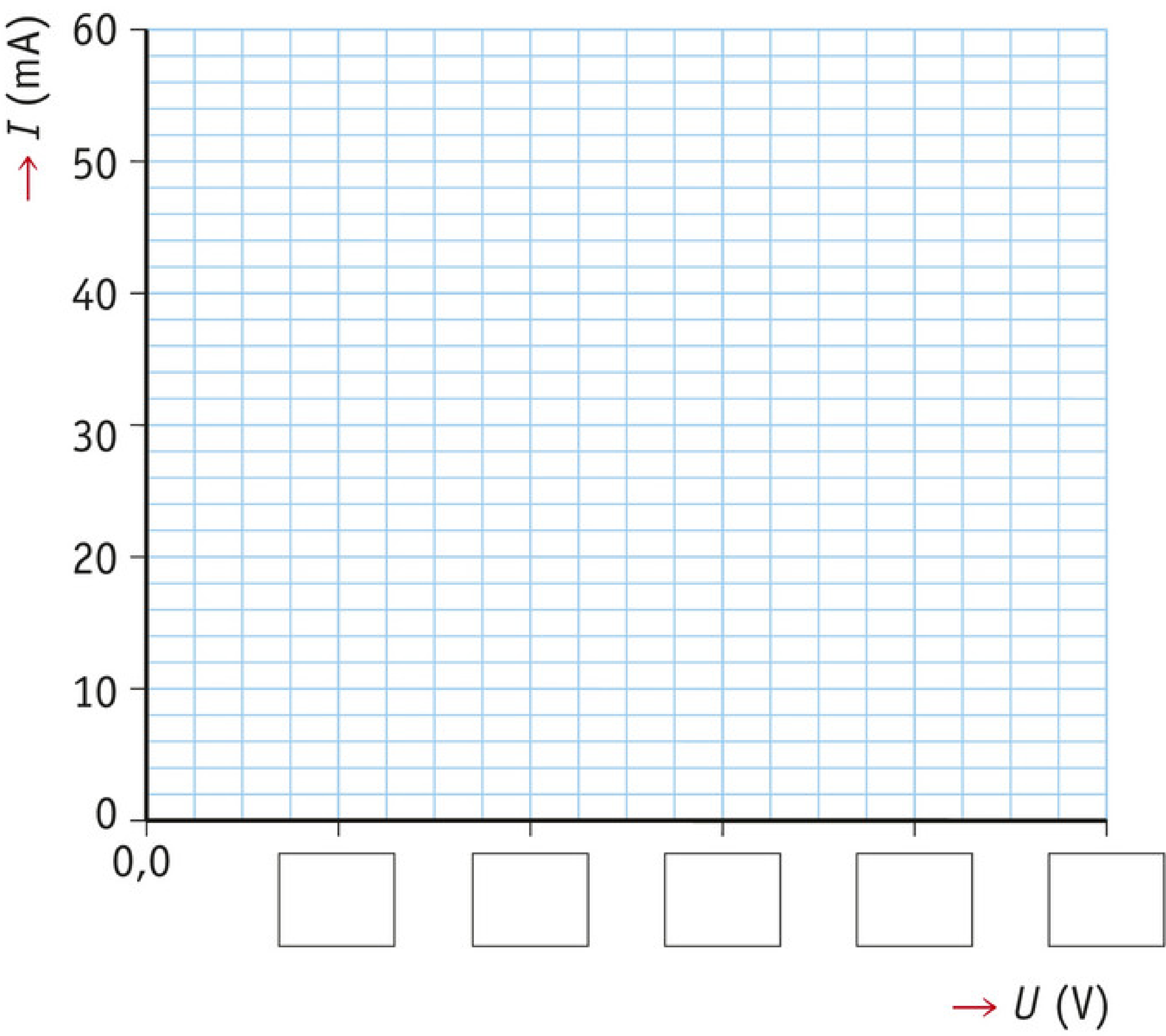
3p **Vraag 1**

naar: examen 2019 variant 2

Parallelschakeling
Finn bouwt een parallelschakeling met twee weerstanden en een stroommeter, die zijn aangesloten op een regelbare spanningsbron. Hij meet bij verschillende spanningen de totale stroomsterkte door de schakeling.
Je ziet een tabel van zijn metingen.

U (V)	*I* (mA)
0,0	0
1,5	8
4,0	22
6,0	33
9,0	50

Zet in het diagram alle meetpunten uit en teken de grafiek.



EEN BEREKENING MAKEN

Om ervoor te zorgen dat je bij een berekening niets vergeet, is het belangrijk dat je steeds hetzelfde stappenplan gebruikt.

- **Wat zijn de gegevens?**
  - Lees de tekst en schrijf de gegevens op in het antwoordvak. De gegevens zijn de grootheden met de waarden en de eenheden.
    Bijvoorbeeld: massa = 10 kg
  - Reken zo nodig de eenheden om.
    Bijvoorbeeld: 20 mA = 0,020 A

- **Wat is er gevraagd?**
  - Lees de tekst en schrijf de grootheid op die je moet berekenen.
    Bijvoorbeeld: snelheid = ?

- **Uitwerking**
  - Zoek de formule op die je nodig hebt. Facet heeft hiervoor een formulekaart. Die vind je als je op de knop van afbeelding 8 klikt. De knop staat in de paarse balk bovenaan.
  - Kies eerst het juiste onderwerp. Kies daarna de juiste formule (afbeelding 9).
  - Als je op de formule klikt, komt deze in het antwoordvak te staan.
  - Vul de gegevens in de formule in.
  - Herschrijf indien nodig de formule.
  - Maak de berekening.
  - Schrijf het antwoord op. Let erop dat je de juiste eenheid achter je uitkomst zet.



afbeelding 8 Met deze knop open je de formulekaart.

Formulekaart > Elektriciteit

< Overzicht

weerstand	$R = \frac{U}{I}$
vermogen	$P = U \cdot I$
energie	$E = P \cdot t$
serieschakeling	$R_v = R_1 + R_2 + \ldots$
stroomvertakkingen	$I = I_1 + I_2$
parallelschakeling	$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
	$R_v = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
transformator	$\frac{n_p}{n_s} = \frac{u_p}{u_s}$
vermogen bij een ideale trafo	$P_p = P_s$

afbeelding 9 Deel van de formulekaart met de formules over elektriciteit.

2p **Vraag 2**

naar: examen 2019 variant 1

Een studentenhuishouding
Bianca en Els wonen naast elkaar in een studentenhuis. Ze hebben allebei een elektrisch kooktoestel op hun kamer. De kamers van Bianca en Els zijn aangesloten op dezelfde groep. Deze groep is beveiligd met een zekering van 16 A. De kooktoestellen zijn aangesloten op netspanning.

Bianca en Els zetten tegelijk hun kooktoestellen aan. Het totale vermogen is dan 4400 W.



Laat met een berekening zien dat de zekering doorslaat.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

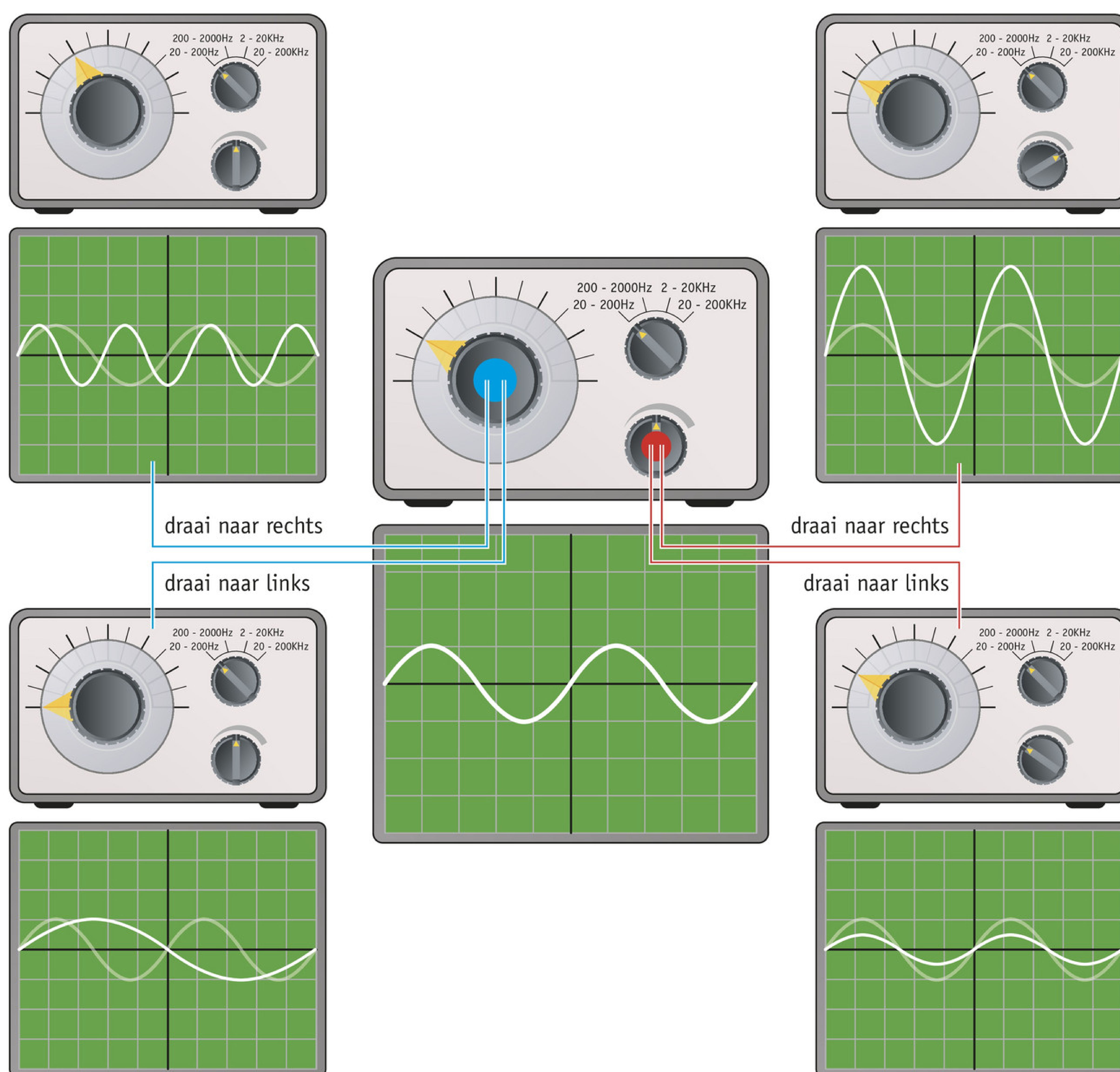
....

EEN TOONGENERATOR INSTELLEN

In een examen wordt vaak gevraagd om een toongenerator in te stellen. In afbeelding 10 zie je hoe de toongenerator eruitziet. Twee knoppen zijn belangrijk:

- De knop met de blauwe stip: hiermee stel je de frequentie in. Draai je hieraan, dan zie je meer of minder trillingen op het scherm.
- De knop met de rode stip: hiermee stel je de geluidssterkte in. Draai je hieraan, dan zie je hogere of lagere trillingen op het scherm.

Aan de zwarte knop rechtsboven kun je ook draaien. Maar er gebeurt dan niets op het scherm van de oscilloscoop.



afbeelding 10 De werking van de toongenerator en de oscilloscoop.

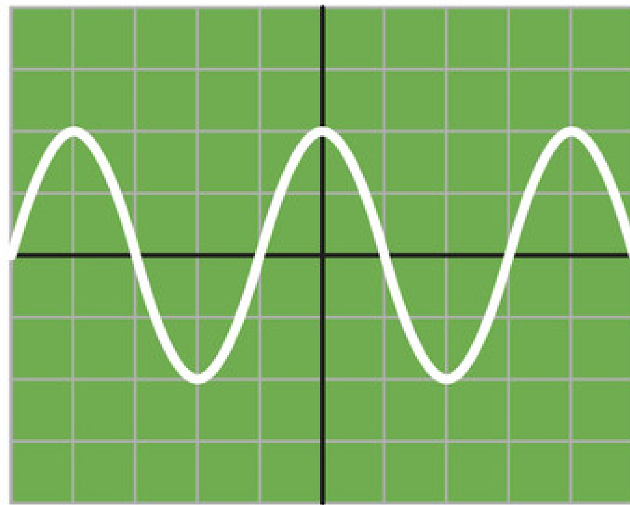
2p **Vraag 3**

naar: examen 2019 variant 2

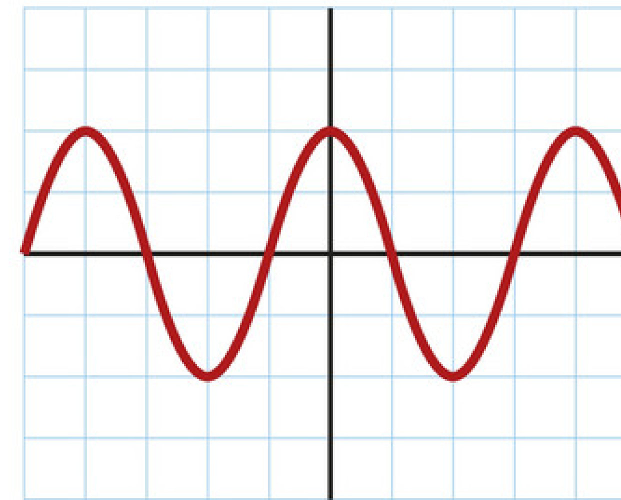
Pianogeluid
Sineke onderzoekt het geluid van haar elektrische piano.



Sineke slaat een toets aan. Het geluid dat ontstaat wordt via een microfoon weergegeven op het scherm van een oscilloscoop. Je ziet een vereenvoudigd beeld van dit geluid op het scherm.



Stel de toongenerator zo in, dat de oscilloscoop een toon weergeeft die harder en lager klinkt. Teken hiervoor het beeld in de afbeelding.



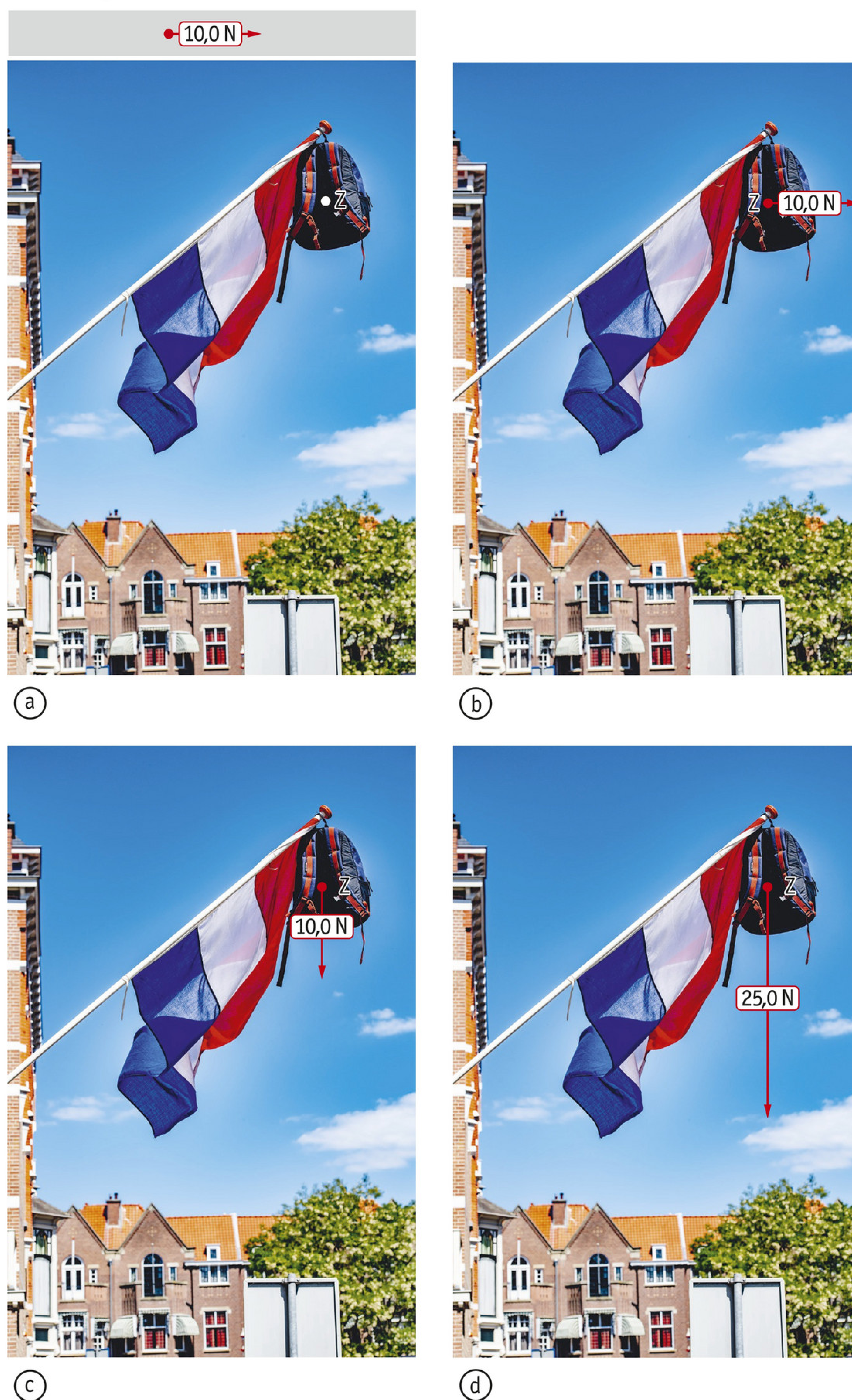
EEN KRACHT TEKENEN

Krachten heb je steeds op papier getekend. In Facet moet je de krachten op de computer tekenen. Het aangrijpingspunt is vaak gegeven. In afbeelding 11a is dit punt gegeven met een stip en daarbij de letter Z.

Een kracht tekenen doe je zo:

1. Pak de pijl uit afbeelding 11a op met je cursor.
2. Versleep de pijl. Zorg ervoor dat het bolletje van de pijl op het punt in de foto ligt zoals in afbeelding 11b.
3. Ga met je cursor op het puntje van de pijl staan.
4. Draai dan met je cursor de pijl in de juiste richting (afbeelding 11c).
5. Tot slot geef je de pijl de juiste lengte door de pijlpunt met je cursor te bewegen (afbeelding 11d).

afbeelding 11 Een kracht tekenen in Facet.



2p **Vraag 4**

naar: examen 2018 variant 2

Record met caravan
Op een racecircuit is het wereldsnelheidsrecord met caravans gereden (207 km/h). Op topsnelheid levert de motor van de auto een stuwkracht van 6,8 kN. De rolwrijving is dan 0,5 kN.

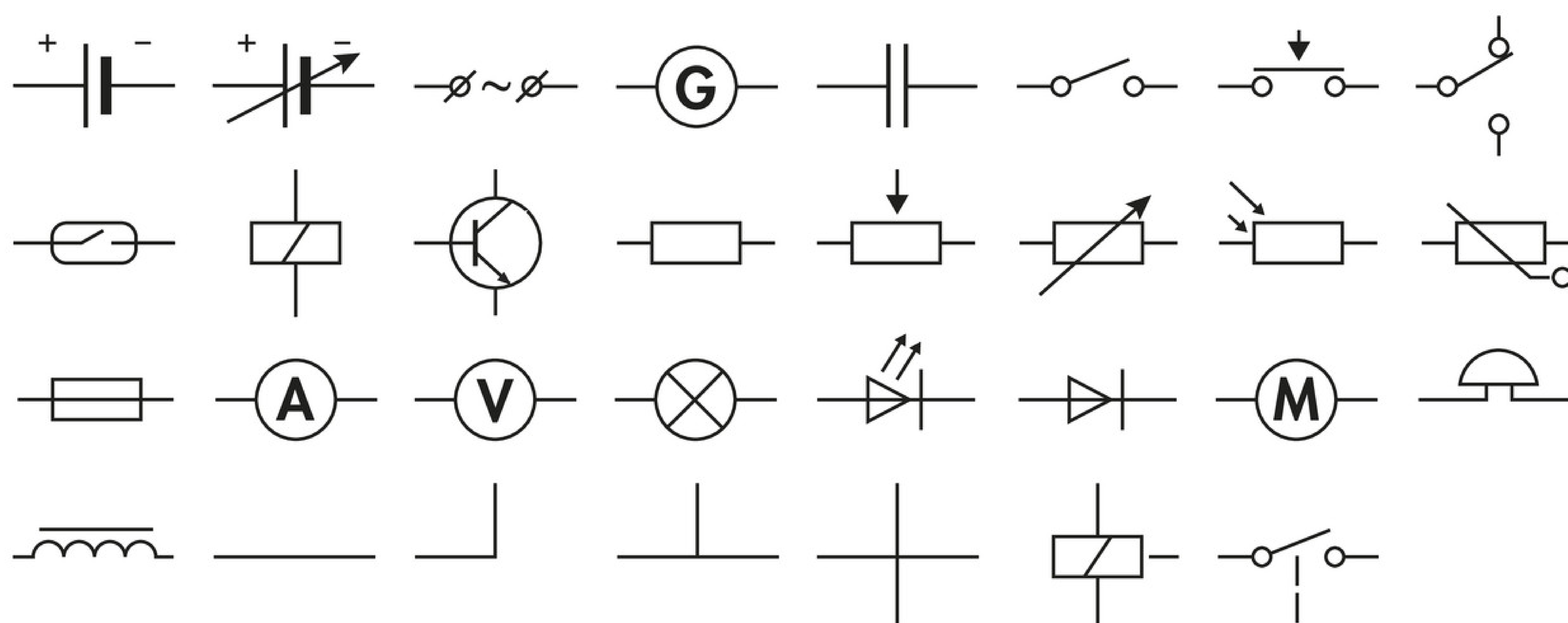
De krachtenschaal in de foto is 1 cm ≙ 2 kN.

Teken vanuit P de grootte van de luchtwrijving.



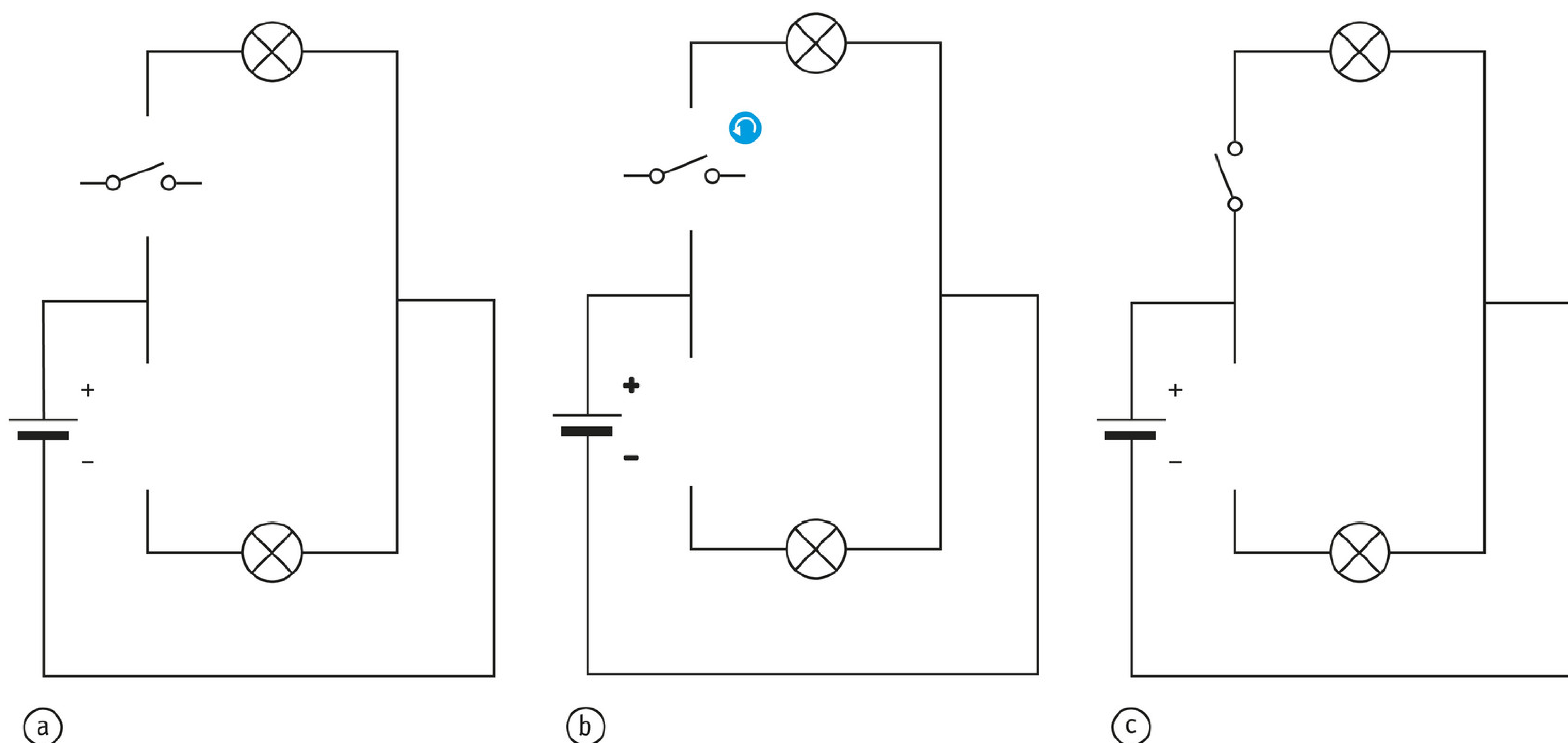
EEN SCHAKELSCHEMA TEKENEN

Je hebt al vaker een schakelschema moeten tekenen of compleet moeten maken. Op je examen krijg je vrijwel zeker ook zo'n vraag. Ook deze vraag maak je online. Je ziet alle elektronische onderdelen waaruit je kunt kiezen (afbeelding 12). Met je cursor kies je het juiste onderdeel en je sleept het naar het schakelschema (afbeelding 13a). Er verschijnt dan een blauw cirkeltje met een pijl (afbeelding 13b). Als je hierop klikt, draait het onderdeel en kun je het in de juiste richting zetten (afbeelding 13c).



afbeelding 12 Elektronische onderdelen.

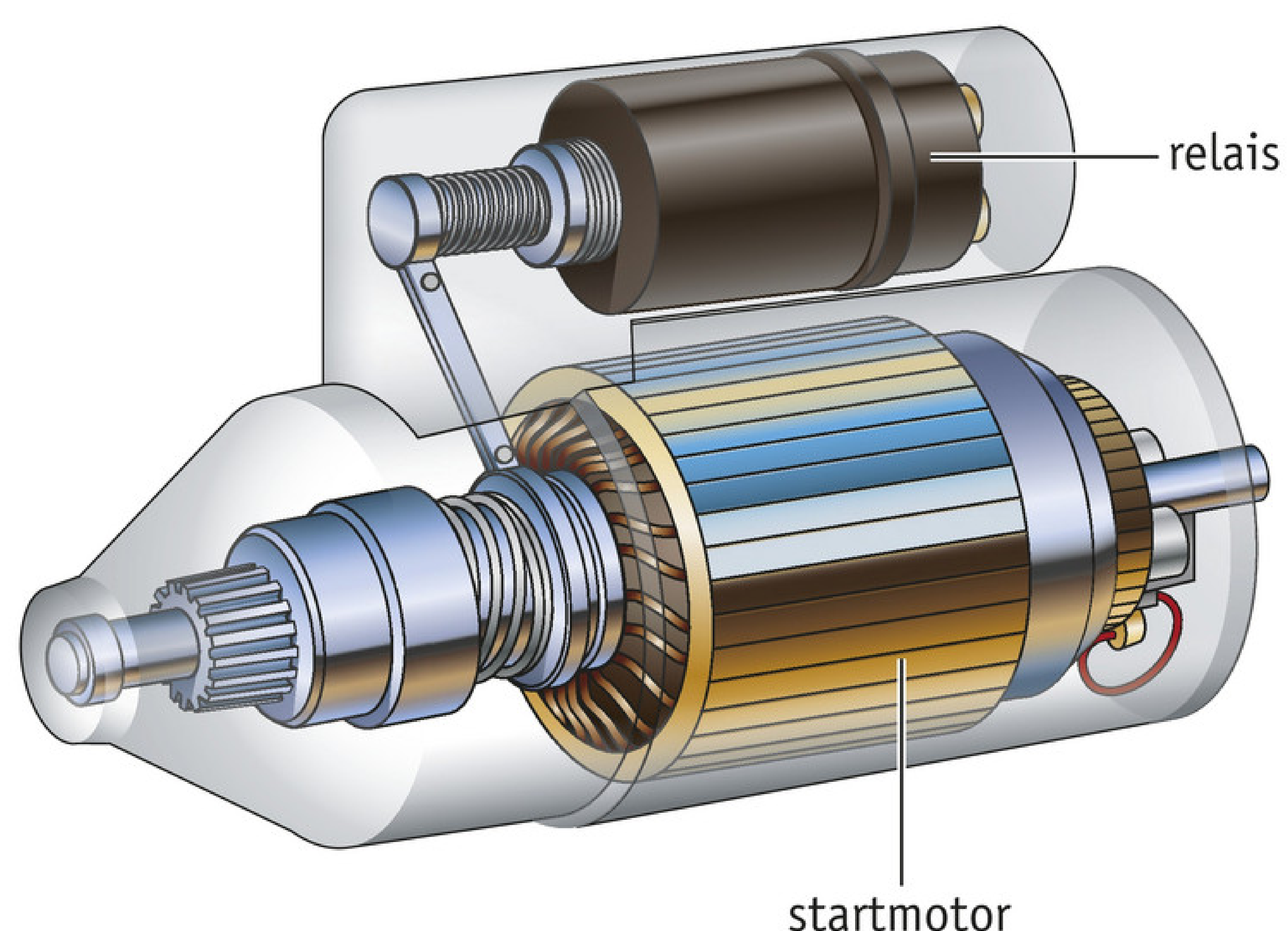
afbeelding 13 Een schakelschema compleet maken.



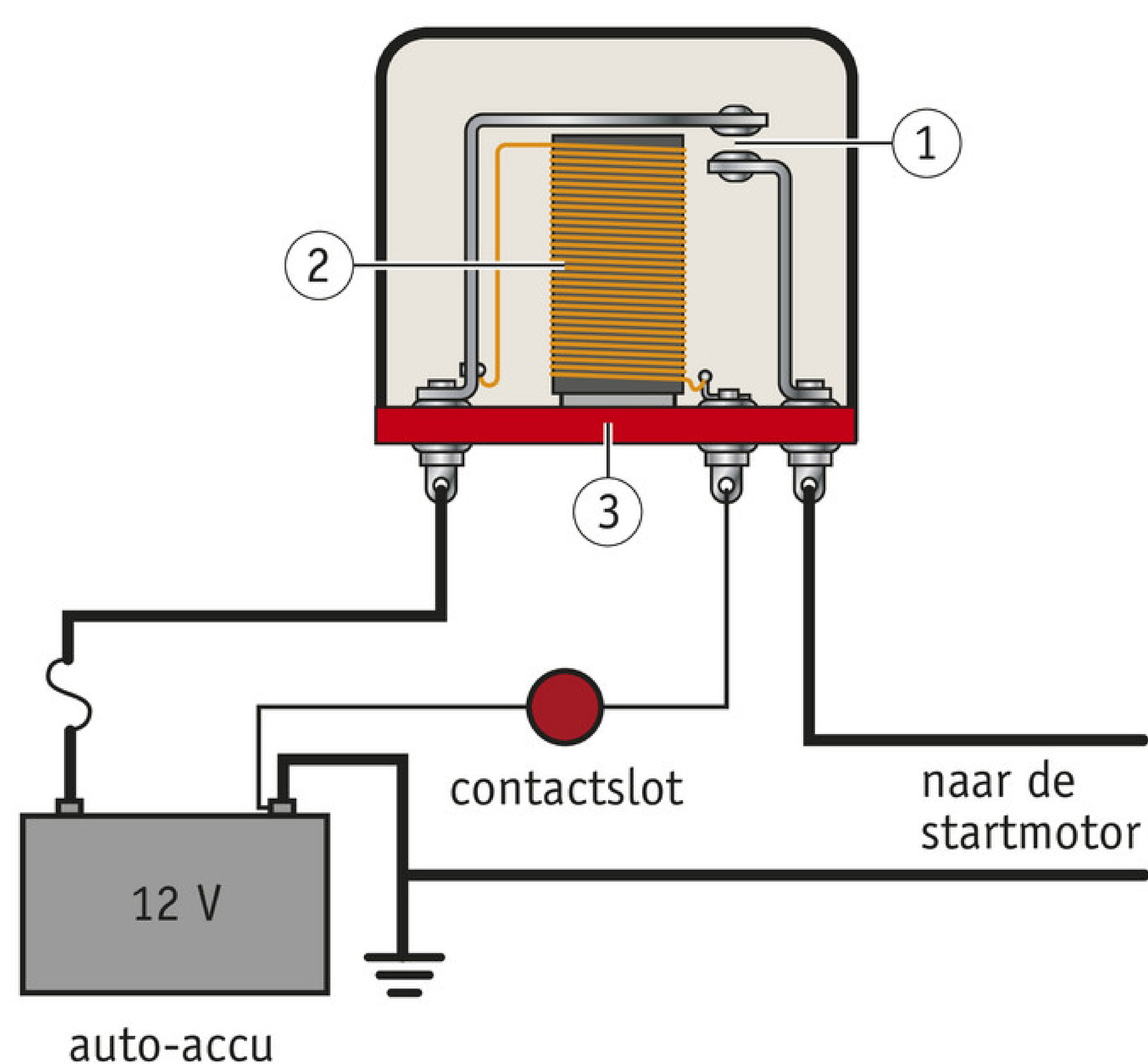
2p **Vraag 5**

naar: examen 2019 variant 2

Startmotor
Een automotor wordt gestart met een startmotor. Een startmotor is een elektromotor.

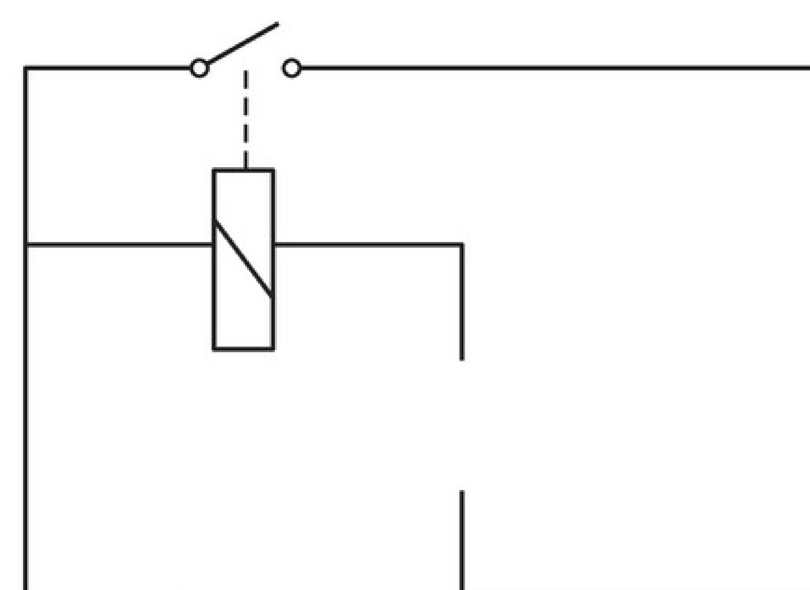


Als de sleutel in het contact (drukschakelaar) wordt omgedraaid, schakelt een relais de startmotor in. Je ziet een vereenvoudigde afbeelding van de schakeling.



Je ziet een deel van het vereenvoudigde schakelschema.

Maak het schema compleet met spanningsbron, elektromotor en drukschakelaar.



3 Proefexamen

Nu is het tijd om alles wat je hebt geleerd te toetsen. Dat kun je doen met de volgende 20 examenopdrachten. De opdrachten zien eruit zoals in het examenprogramma Facet. Bij elke opdracht staat hoeveel punten je ervoor kunt krijgen. Aan het einde zie je welk cijfer je voor je proefexamen hebt behaald.

EXAMENOPDRACHTEN

1p **Vraag 1**

naar: examen 2019 variant 1

Drop it
In een pretpark staat een attractie waarmee je een vrije val kunt beleven.



De ring beweegt met een constante snelheid omhoog.

Wat is juist over de nettokracht tijdens deze beweging?

- ○ A De nettokracht is omhoog gericht.
- ○ B De nettokracht is omlaag gericht.
- ○ C De nettokracht is 0 N.

1p	Vraag 2

naar: examen 2019 variant 2

Auto-onderdelen
Een aluminiumgieter giet gesmolten aluminium in een mal voor auto-onderdelen.



De aluminiumgieter maakt gebruik van eigenschappen van aluminium.

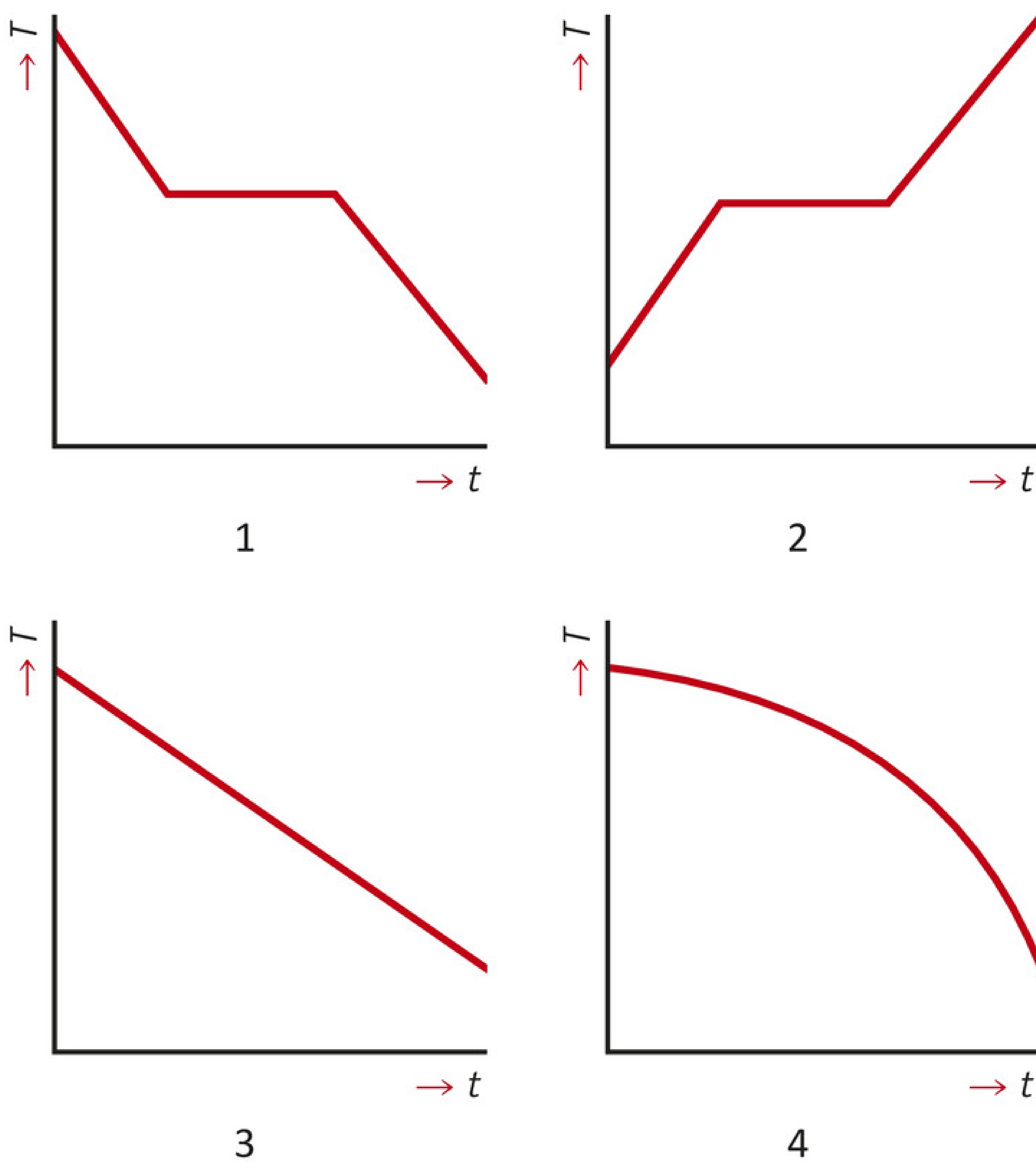
Geef bij elke eigenschap aan of het wel of niet een stofeigenschap is.

	wel	niet
Aluminium lost niet op in water.	○	○
Het smeltpunt van aluminium is 660 °C.	○	○
De massa van het aluminium is 6,75 kg.	○	○

2p	Vraag 3

naar: examen 2019 variant 2

Auto-onderdelen (vervolg van vraag 2)
Je ziet vier diagrammen met een grafiek van de temperatuur tegen de tijd.



Een van deze diagrammen hoort bij het temperatuurverloop van het vloeibare aluminium na het gieten, tot kamertemperatuur.

Maak elke zin compleet.

1 Na het gieten is sprake van de faseovergang

▼
afkoelen
smelten
stollen

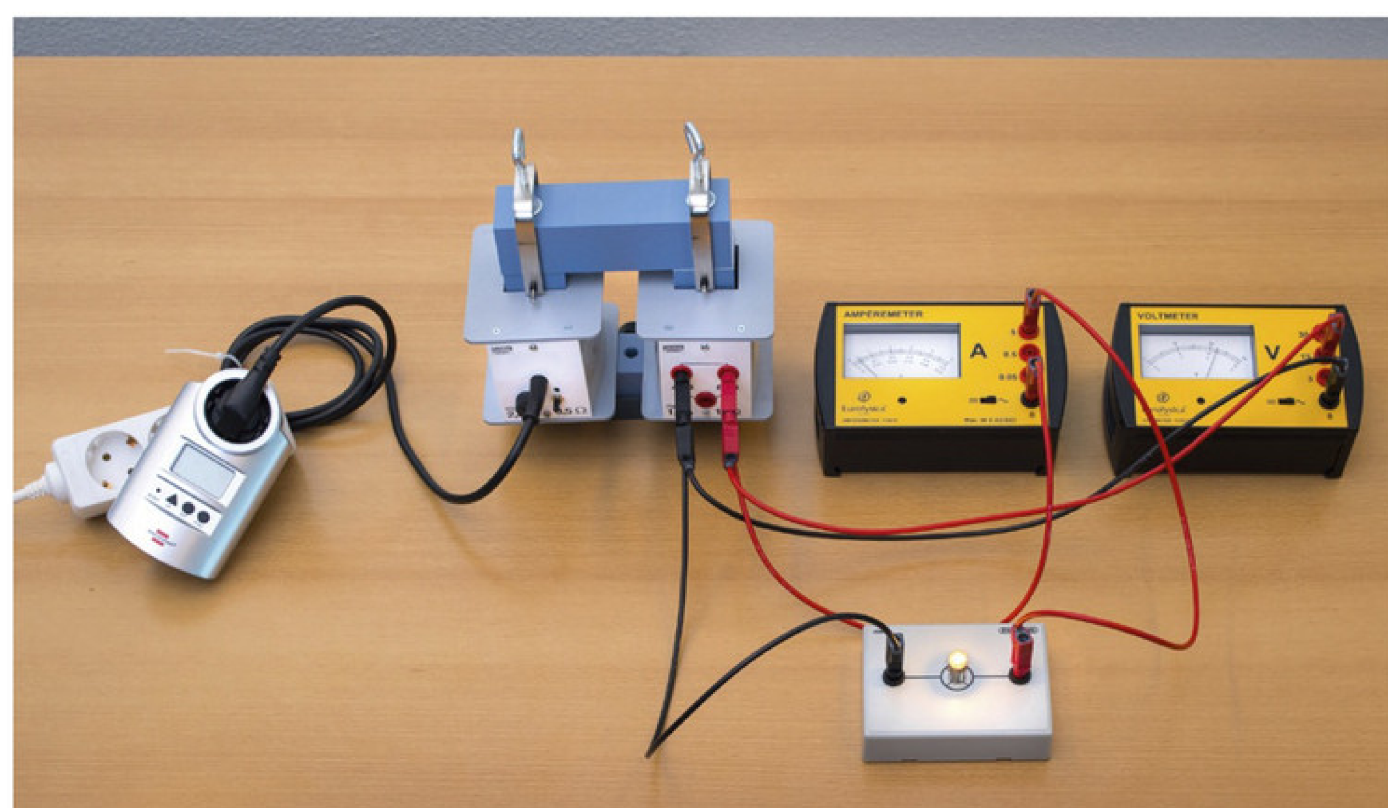
2 Het juiste diagram is

▼
1
2
3
4

2p **Vraag 4**

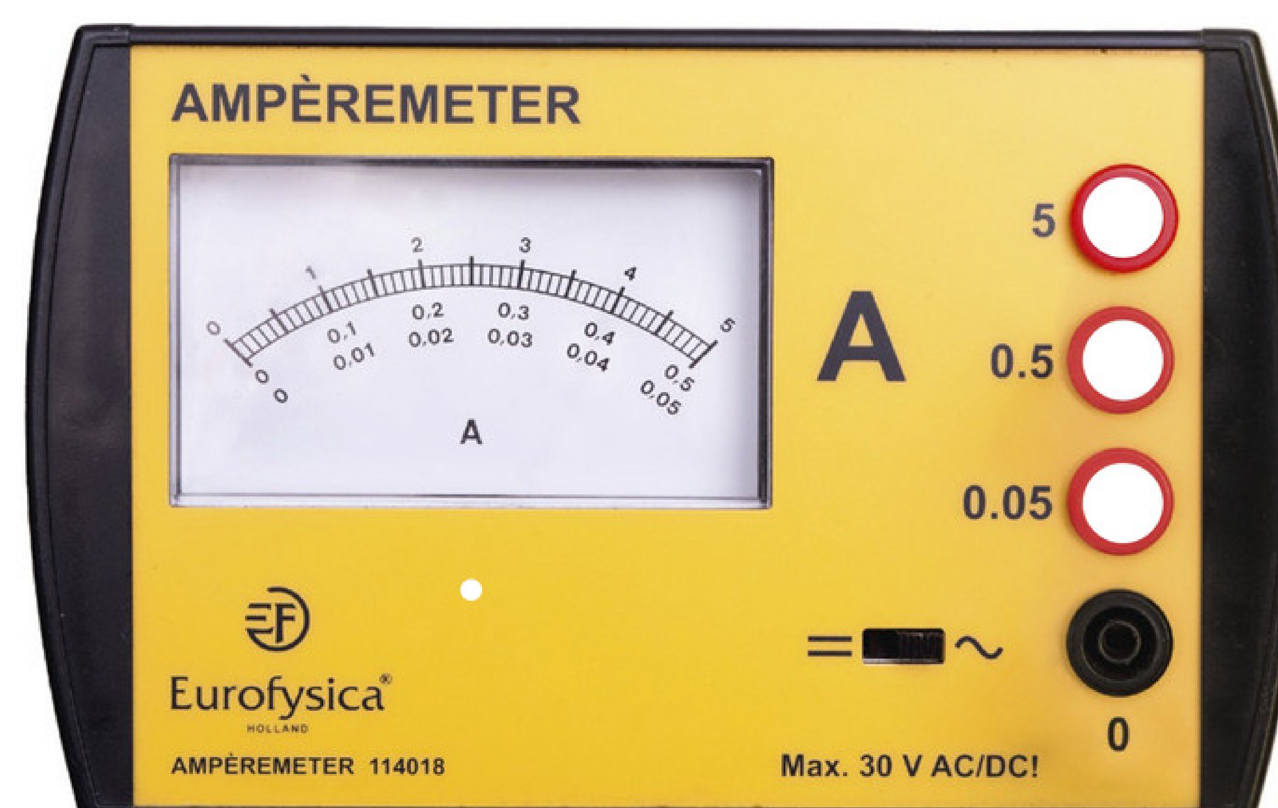
naar: examen 2018 variant 2

Dalende spanning
René en Jeroen onderzoeken tijdens de natuurkundeles een transformator. De transformator is aangesloten op de netspanning (230 V). Jeroen sluit een gloeilampje aan op de secundaire spoel van de transformator.



René en Jeroen lezen de stroommeter af. De stroomsterkte is 0,42 A. Je ziet een afbeelding van de stroommeter.

Kies het nauwkeurigste meetbereik bij de meting en zet de wijzer op de juiste plaats.



2p **Vraag 5**

naar: examen 2018 variant 2

Dalende spanning (vervolg van vraag 4)
De spoel levert 12 V wisselspanning. De primaire spoel van de transformator heeft 460 windingen.

Bereken het aantal windingen van de secundaire spoel. Neem hier aan dat de transformator ideaal is.

2p **Vraag 6**

naar: examen 2018 variant 2

Dalende spanning (vervolg van vraag 5)
Het opgenomen vermogen van de transformator is 24 W.
Het lampje heeft dan een vermogen van 5,0 W.

Bereken het rendement van de transformator.

....
....
....
....
....
....
....

1p **Vraag 7**

naar: examen 2018 variant 2

Dalende spanning (vervolg van vraag 6)
Uit de metingen blijkt dat de transformator die ze gebruiken niet ideaal is.

Hoe merken ze dat nog meer?

....
....
....

1p **Vraag 8**

naar: examen 2018 variant 2

Onkruid verbranden
Een manier om onkruid te verwijderen is het gebruik van een onkruidbrander.
Leon gebruikt een onkruidbrander op propaan.



Noteer het milieueffect van het vrijkomen van koolstofdioxide.

....
....
....
....
....

1p **Vraag 9**

naar: examen 2019 variant 1

Op grote voeten
Door de sneeuw lopen gaat makkelijker op sneeuwschoenen dan op gewone schoenen.



Maak de zin over het lopen op sneeuw met sneeuwschoenen compleet.

Het voordeel van sneeuwschoenen is dat de

▼
druk
kracht

op de sneeuw

▼
groter
kleiner

is dan bij gewone schoenen.

3p **Vraag 10**

naar: examen 2019 variant 1

Op grote voeten (vervolg van vraag 9)
De massa van een wandelaar met sneeuwschoenen is 65 kg. Het totale contactoppervlak met de sneeuw is 0,16 m^2.

Bereken de druk op de sneeuw.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

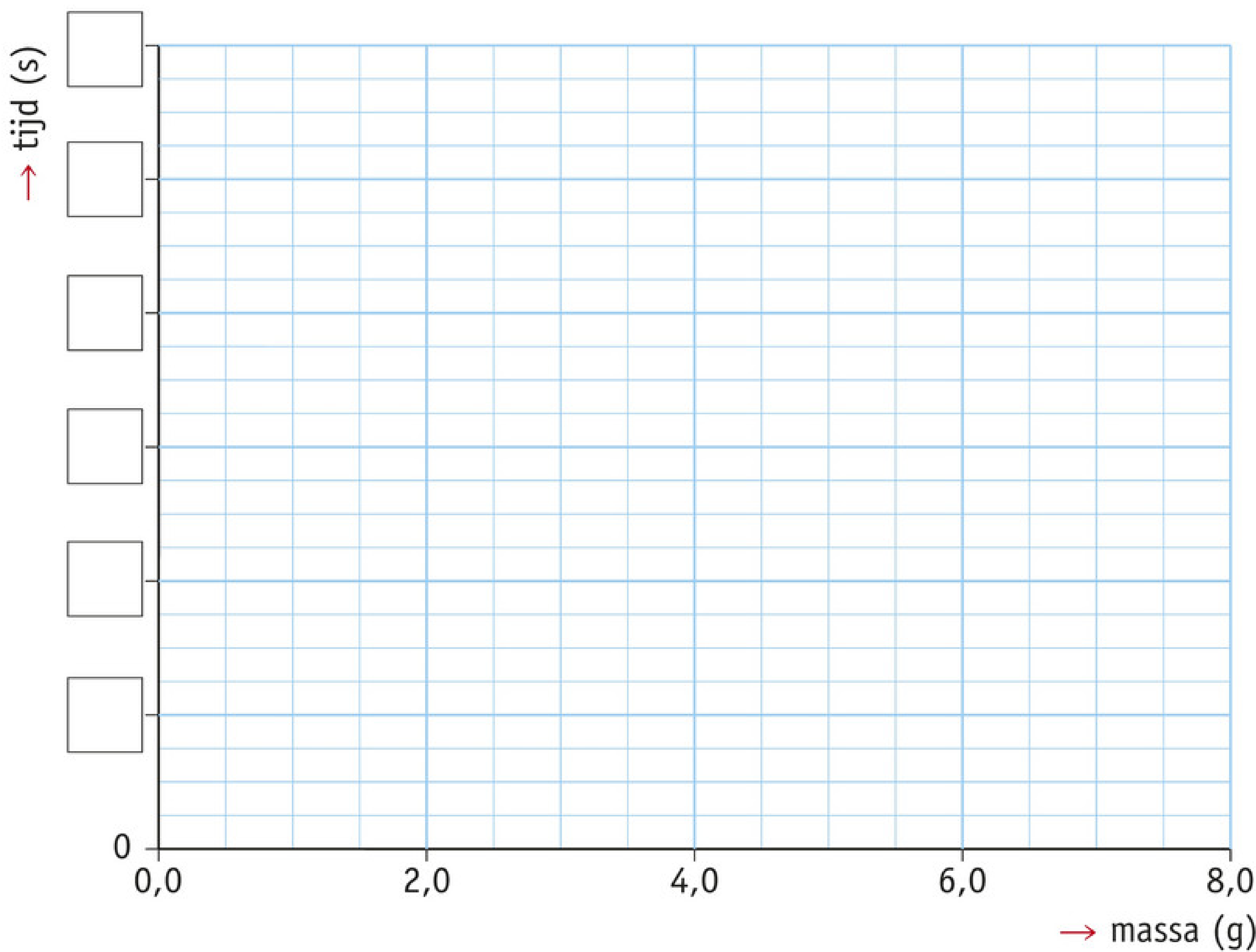
2p **Vraag 11**

naar: examen 2018 variant 2

Ballonpracticum
Rick en Dennis voeren een practicumopdracht uit. Ze gebruiken een ballon gevuld met helium. Aan de ballon hangt een bekertje. De ballon met bekertje blijft zweven.
Dennis doet één spijkertje (massa 1,0 g) in de beker en laat de ballon los. Rick meet de tijd die de ballon nodig heeft om de grond te bereiken.
Ze herhalen de proef met een steeds grotere massa.
Je ziet een tabel met een deel van hun metingen.

massa (g)	*tijd* (s)
1,0	5,5
2,0	4,0
4,0	2,5
6,0	1,8
8,0	1,5

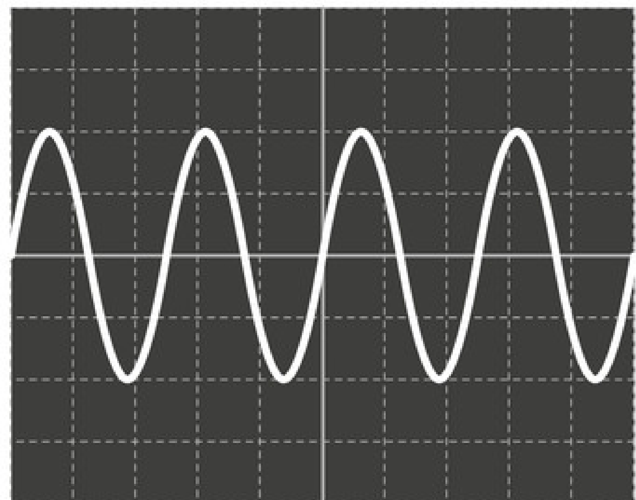
Zet alle meetpunten uit in het diagram en teken de grafiek.



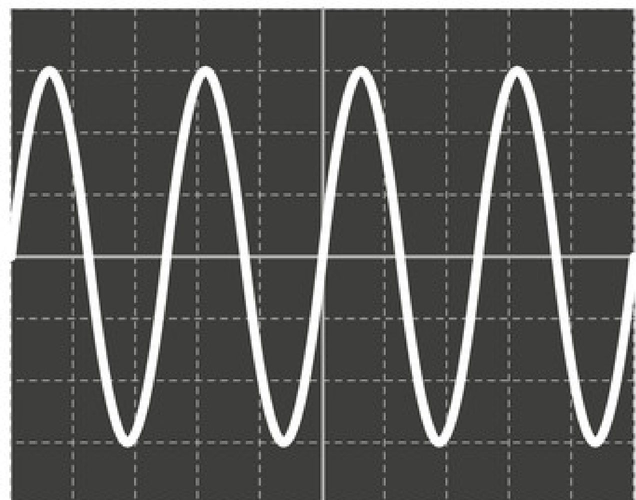
1p **Vraag 12**

naar: examen 2017 variant 2

Geluid in beeld
Sara stelt met een toongenerator een toon in. Het signaal maakt ze zichtbaar met een oscilloscoop. Op het scherm neemt ze het volgende beeld waar:



Sara stelt alleen de toongenerator in op een andere toon. Ze ziet op de oscilloscoop het volgende beeld.

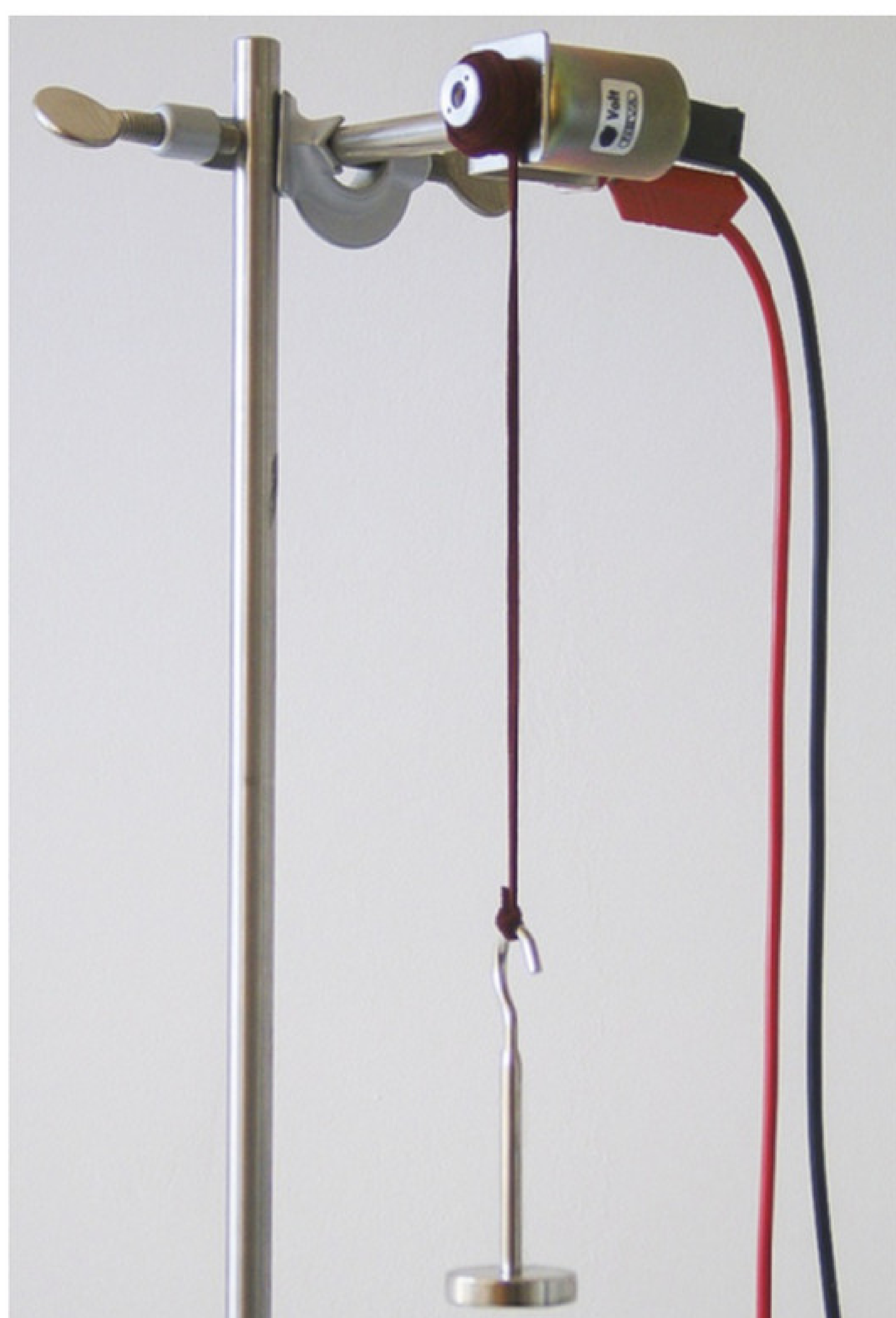


Welke toon heeft Sara ingesteld?
- ○ A een even hoge, zachtere toon
- ○ B een even hoge, hardere toon
- ○ C een hardere, hogere toon
- ○ D een even harde, lagere toon

2p **Vraag 13**

naar: examen 2019 variant 2

Elektromotor
Pauline gebruikt een elektromotortje als dynamo. Om de as van het elektromotortje draait ze een touw met aan het uiteinde een blokje. Als het blokje zakt, gaat de as van het elektromotortje draaien.



Het blokje (m = 0,050 kg) hangt 0,6 m boven de grond.

Bereken de zwaarte-energie.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

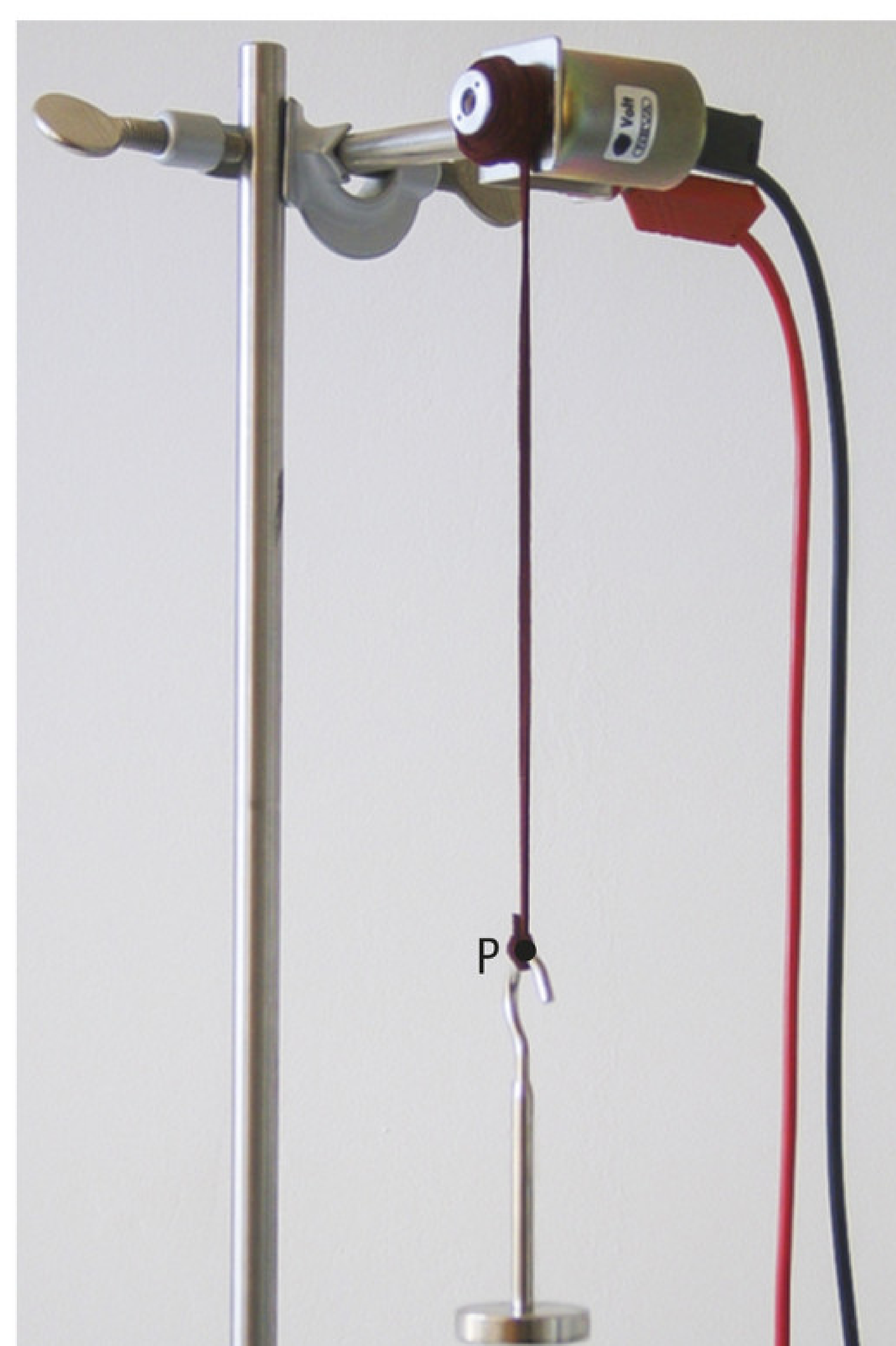
2p **Vraag 14**

naar: examen 2019 variant 2

Elektromotor (vervolg van vraag 13)
Het blokje (0,050 kg) hangt stil aan het touw.

De krachtenschaal is 1 cm ≙ 0,2 N.

Teken vanuit punt P de kracht van het touw op het blokje.



1p	Vraag 15

naar: examen 2018 variant 2

Aardappelsnijder
De moeder van Teun heeft een snelle manier om haar aardappelen te snijden. Door een hefboom naar beneden te drukken wordt de aardappel door een rooster met messen geduwd.



Moeder drukt de hefboom met een kracht van 20 N naar beneden.

Maak de zin compleet.

De kracht op de aardappel is

▼
gelijk aan
groter dan
kleiner dan

20 N.

2p **Vraag 16**

naar: examen 2018 variant 2

Oude lavalamp
Bram vindt bij zijn oma op de zolder een oude lavalamp. In de lamp zitten een vaste stof B en een vloeistof A. Een gloeilamp in de voet van de lamp verwarmt het oppervlak onder de vaste stof.



koude lamp — warme lamp

Na het inschakelen van de lamp ziet Bram na enige tijd stof B als bolletjes omhooggaan.

Maak elke zin compleet.

Bij het verwarmen gaat stof B over van de

▼
gasvormige
vaste
vloeibare

fase naar de

▼
gasvormige
vaste
vloeibare

fase.

Deze faseovergang heet

▼
condenseren
rijpen
smelten
stollen
sublimeren
verdampen

Dit is een

▼
chemische reactie
natuurkundig proces

3p **Vraag 17**

naar: examen 2019 variant 1

Flessenxylofoon
Ramin is muzikant. Hij treedt op met een flessenxylofoon. Dit is een muziekinstrument met flessen die voor een deel met water zijn gevuld.



Ramin stemt een fles door met een stokje tegen een fles te tikken. Als de frequentie van de toon niet klopt, past hij de hoeveelheid water aan.

Ramin gebruikt voor het stemmen een app op zijn smartphone. Hij stelt de app zó in dat de smartphone een toon maakt met een frequentie van 262 Hz.

Bereken de trillingstijd van deze toon in ms.

....

....

....

....

....

....

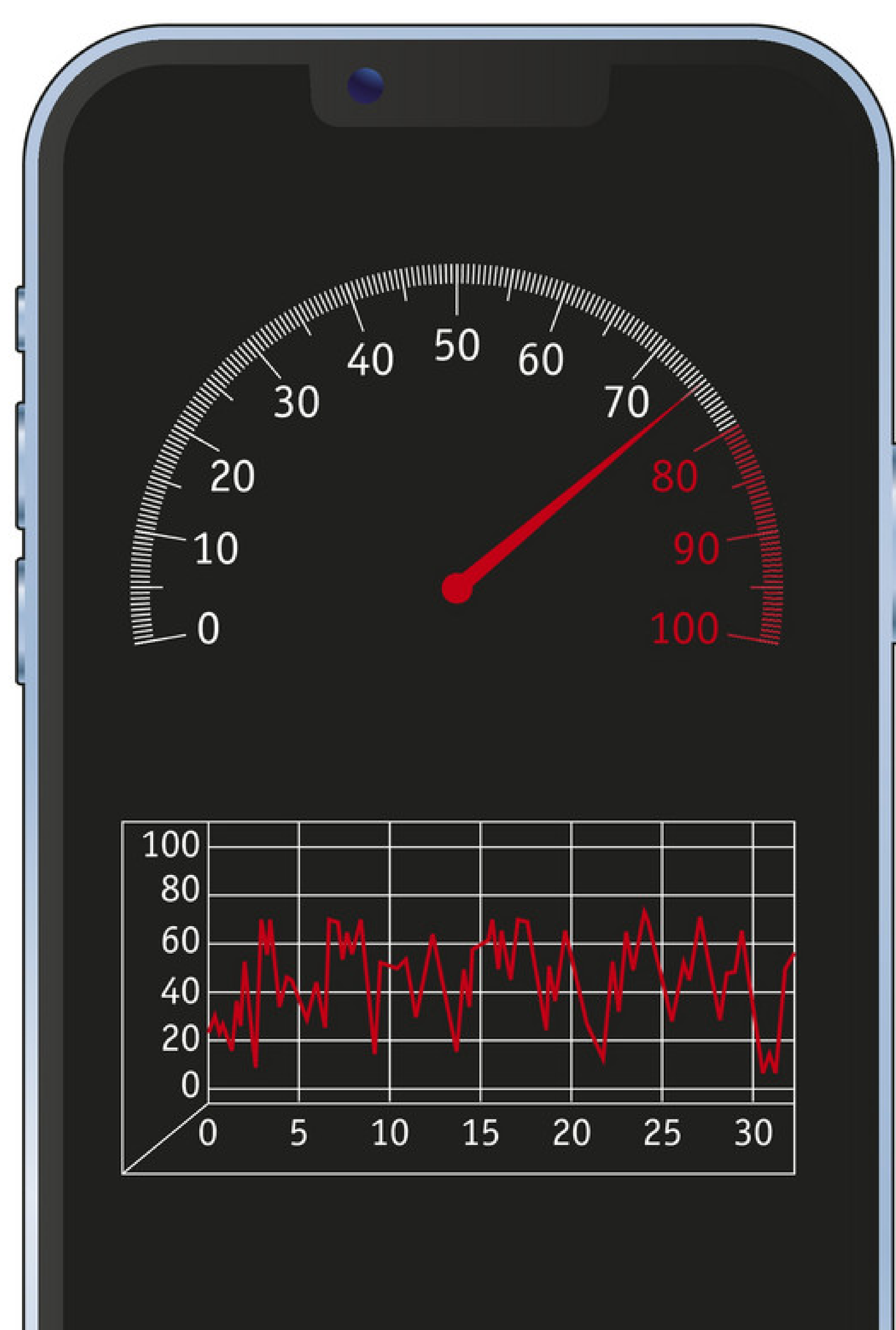
....

....

1p **Vraag 18**

naar: examen 2019 variant 1

Flessenxylofoon (vervolg van vraag 17)
Ramin meet het geluidsniveau met een app op zijn telefoon.



Maak elke zin compleet. Gebruik Binas.

Het geluidsniveau is ______ dB.

Dit geluid valt in de zone

______ .

1p **Vraag 19**

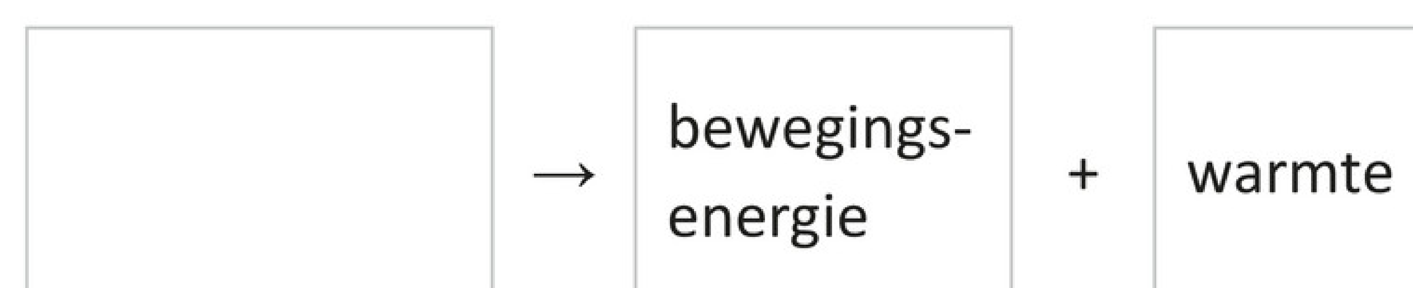
naar: examen 2019 variant 1

Waterweg
Binnenvaartschepen vervoeren grote hoeveelheden lading over de Nederlandse rivieren.



Het schip wordt door een dieselmotor voortgestuwd. In de dieselmotor is sprake van energieomzetting.

Noteer in het schema de ontbrekende energiesoort.



2p **Vraag 20**

naar: examen 2019 variant 1

USB-oplaadbare batterij
USB-batterijen zijn eenvoudig op te laden via de USB-poort van een pc of laptop.



De USB-batterij heeft een capaciteit van 1300 mAh. Tijdens het opladen loopt er een gemiddelde stroomsterkte van 400 mA door de USB-poort.

Bereken na hoeveel tijd een lege batterij opgeladen is.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

CIJFER BEPALEN

Kijk je examen na met het antwoordenboek. Tel alle punten die je gescoord hebt bij elkaar op. Kijk in tabel 1 welk cijfer je hebt voor je oefenexamen.

tabel 1 Je score en het bijbehorende cijfer.

jouw score	examencijfer	jouw score	examencijfer
0	1,0	17	5,6
1	1,3	18	5,9
2	1,5	19	6,2
3	1,8	20	6,5
4	2,1	21	6,7
5	2,4	22	7,0
6	2,6	23	7,3
7	2,9	24	7,5
8	3,2	25	7,8
9	3,5	26	8,1
10	3,7	27	8,4
11	4,0	28	8,6
12	4,3	29	8,9
13	4,5	30	9,2
14	4,8	31	9,5
15	5,1	32	9,7
16	5,4	33	10,0

4 Checklist

Je hebt je nu voorbereid op je examen. Je ziet hierna een checklist. Kruis het onderwerp aan als je denkt dat je er genoeg van weet. Heb je ergens geen kruisje staan? Zoek het onderwerp dan nog eens terug in je boek, maak een oefenexamen op Facet of vraag je leraar om hulp.

Stoffen en materialen (hoofdstuk 4 en 7)	
Je kunt benoemen welke van de volgende materialen je het best kunt gebruiken in woningen, in voertuigen, in apparaten, bij kleding en bij meubels: hout, kunststof, textiel, metaal, steen, beton, glas.	☐
Je kunt de volgende materiaaleigenschappen beschrijven:	
• geleiding van warmte	☐
• geleiding van elektriciteit	☐
• geleiding van geluid	☐
• dichtheid	☐
• uitzetten en krimpen	☐
• verspaanbaarheid	☐
• mogelijkheid tot verbinden en samenstellen	☐
• corrosiebestendigheid	☐
• vervormen	☐
Je kunt stoffen herkennen aan de hand van de volgende eigenschappen:	
• fase (vast, vloeibaar of gasvormig) bij normale druk en temperatuur	☐
• kleur	☐
• geur	☐
• oplosbaarheid in water	☐
• kookpunt	☐
• smeltpunt	☐
• geleiding van elektriciteit	☐
• dichtheid	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met de formule: $\rho = \frac{m}{V}$	☐
Je kunt uitleggen waarom een voorwerp zinkt, zweeft of drijft.	☐
Je kunt benoemen waarvoor je veiligheidskaarten gebruikt en wat je in de Gifwijzer kunt opzoeken.	☐
Je kunt benoemen wanneer je de volgende voorzorgsmaatregelen neemt: beschermingsbril, labjas en plastic handschoenen.	☐
Je kunt de volgende veiligheidssymbolen herkennen: schadelijk, explosief, bijtend, ontvlambaar, giftig, niet mengen.	☐
Je kunt uitleggen hoe je bij de keuze van stoffen en materialen rekening houdt met effecten voor het milieu zoals: grondstoffen, productie, transport, recycling, afvalverwerking.	☐

Je kunt herkennen wat de gevolgen zijn voor het milieu van het gebruik van grondstoffen en de productie van afvalstoffen voor: – bodem-, lucht- en waterverontreiniging – lozing en verwerking – uitputting van natuurlijke bronnen – duurzaamheid	☐
Je kunt manieren noemen om verantwoord met afval om te gaan:	
• scheiden en hergebruik van glas, batterijen, kleding, papier, gft, kca	☐
• composteren	☐
• storten	☐
• verbranden	☐
Je kunt de volgende processen herkennen als onomkeerbare, chemische reacties: voedselbereiding, roesten, verbranding, uitharden van beton, lijmen en carbidschieten.	☐
Je kunt het verschil uitleggen tussen een natuurkundig proces en een chemische reactie.	☐

1 Hoeveel kruisjes heb je gezet bij het onderwerp Stoffen en materialen?

Je hebt .... kruisjes gezet van de 31 die je kon zetten.

Elektrische energie (hoofdstuk 1, 9, 11 en 12)	
Je kunt de functie van elektrotechnische onderdelen beschrijven:	
• actuator (bijvoorbeeld een motor of een lamp)	☐
• LDR	☐
• led en diode	☐
• NTC	☐
• reedcontact	☐
• relais	☐
• schakelaar en drukschakelaar	☐
• transformator	☐
• transistor	☐
• weerstand	☐
Je kunt apparaten gebruiken waarmee je metingen kunt doen in elektrische schakelingen: spanningsmeter, stroommeter, multimeter, kWh-meter en vermogensmeter.	☐
Je kunt uitleggen wanneer een stroomkring gesloten of open is.	☐
Je kunt uitleggen wat een serieschakeling en wat een parallelschakeling is.	☐
Je kunt uitleggen hoe een stroomkring kan worden beveiligd:	
• met een hoofdzekering	☐
• met een groepszekering	☐
• met een aardlekschakelaar	☐
• met randaarde	☐
• met 'dubbele' isolatie	☐
Je kunt uitleggen wanneer je geleiders in een elektrische stroomkring toepast. En wanneer je isolatoren van elektrische stroom toepast.	☐
Je kunt schema's van schakelingen gebruiken, interpreteren en aanpassen, en de werking van de componenten verklaren van:	
• inbrekersalarm	☐
• automatische deurbediening	☐
• elektronische temperatuursensor	☐
• schemerschakeling	☐
• dimmer	☐
• discolichten	☐
Je kunt voor een serieschakeling berekeningen uitvoeren. Hierbij houd je er rekening mee dat de spanning zich verdeelt en dat de stroomsterkte overal gelijk is.	☐
Je kunt voor een parallelschakeling berekeningen uitvoeren. Hierbij houd je er rekening mee dat de stroomsterkte zich verdeelt en dat de spanning overal gelijk is.	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met de formule: $R = \frac{U}{I}$	☐
Je kunt de vervangingsweerstand berekenen van twee of meer weerstanden in een serieschakeling met de formule: $R_v = R_1 + R_2 + ...$	☐
Je kunt de vervangingsweerstand berekenen van twee of meer weerstanden in een parallelschakeling met de formule: $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ...$	☐
Je kunt het vermogen van apparaten en het totale vermogen in een schakeling berekenen met de formule: $P = U \cdot I$	☐
Je kunt het energieverbruik van apparaten en het totale energieverbruik in een schakeling berekenen met de formule: $E = P \cdot t$	☐

Je kunt de energiekosten van elektrische apparaten berekenen.	☐
Je kunt een verantwoorde keuze maken uit gelijksoortige apparaten als je rekening houdt met energieverbruik, rendement, capaciteit, levensduur en veiligheid.	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met de formule: $C = I \cdot t$	☐
Je kunt met de basisbegrippen van magnetisme: permanente magneet, noord- en zuidpool, aantrekking en afstoting tussen polen, veldlijnen, spoel, weekijzeren kern, de werking uitleggen van:	
• dynamo	☐
• transformator	☐
• luidspreker	☐
• relais	☐
• reedcontact	☐
• elektromagneet	☐
Je kunt de onderdelen van een dynamo benoemen en beschrijven hoe je hiermee elektrische energie kunt opwekken.	☐
Je kunt de onderdelen van een transformator benoemen en hiermee de werking van de transformator uitleggen bij een adapter, halogeenverlichting en elektriciteitstransport. Hierbij gebruik je de begrippen: primaire en secundaire stroomkring, transformatie van spanning, en overdracht van vermogen.	☐
Je kunt berekenen hoeveel een transformator de spanning omhoog of omlaag transformeert met de formule: $\frac{n_p}{n_s} = \frac{U_p}{U_s}$	☐

2 Hoeveel kruisjes heb je gezet bij het onderwerp Elektrische energie?

Je hebt .... kruisjes gezet van de 44 die je kon zetten.

Verbranden en verwarmen (hoofdstuk 6, 11 en 12)	
Je kunt warmtebronnen herkennen.	☐
Je kunt meetinstrumenten voor de meting van de temperatuur herkennen.	☐
Je kunt drie soorten warmtetransport beschrijven.	☐
Je kunt het verband tussen temperatuur, tijd en warmte toepassen.	☐
Je kunt het absolute nulpunt beschrijven.	☐
Je kunt de temperatuur omrekenen van kelvin naar graden Celsius en omgekeerd.	☐
Je kunt de milieu- en gezondheidseffecten noemen die kunnen optreden als gevolg van energiegebruik:	
• luchtverontreiniging	☐
• zure regen	☐
• broeikaseffect	☐
• thermische verontreiniging	☐
• irritatie en beschadiging van slijmvliezen, ogen en luchtwegen	☐
Je kunt verschillende energiesoorten benoemen: bewegingsenergie, zwaarte-energie, warmte, elektrische energie, chemische energie, stralingsenergie, kernenergie, veerenergie en elastische energie.	☐
Je kunt toelichten dat de ene vorm van energie kan worden omgezet in een andere vorm van energie.	☐
Je kunt de wet van behoud van energie toepassen.	☐
Je kunt berekeningen aan energie uitvoeren met de volgende formules: $E_{bew} = 0{,}5 \cdot m \cdot v^2$ en $E_z = m \cdot g \cdot h$	☐
Je kunt berekeningen maken met de verbrandingswarmte van brandstoffen.	☐
Je kunt berekeningen maken met het rendement tijdens een energieomzetting met de formules: $\eta = \frac{E_{af}}{E_{op}}$ en $\eta = \frac{P_{af}}{P_{op}}$	☐
Je kunt de werking van isolerende maatregelen uitleggen van:	
• isoleerkan	☐
• spouwmuurisolatie	☐
• bouwmaterialen	☐
• radiatorfolie	☐
• handgrepen van pannen	☐
• dubbele beglazing	☐

3 Hoeveel kruisjes heb je gezet bij het onderwerp Verbranden en verwarmen?

Je hebt .... kruisjes gezet van de 23 die je kon zetten.

Geluid (hoofdstuk 13)	
Je kunt veranderingen van de toonhoogte vaststellen op een oscilloscoopbeeld.	☐
Je kunt veranderingen van de geluidssterkte vaststellen op een oscilloscoopbeeld.	☐
Je kunt beschrijven hoe geluid zich verplaatst van een geluidsbron, via een tussenstof naar een geluidsontvanger.	☐
Je kunt geluidsbronnen, geluidsontvangers en tussenstoffen benoemen.	☐
Je kunt uitleggen wat er met de toonhoogte (frequentie) gebeurt:	
• als je de spanning van een snaar verandert;	☐
• als je de lengte van een snaar verandert;	☐
• als je de dikte van een snaar verandert.	☐
Je kunt aan de hand van een oscilloscoopbeeld of een beeld dat is gemaakt met de computer de trillingstijd van een toon bepalen.	☐
Je kunt aan de hand van een oscilloscoopbeeld of een beeld dat is gemaakt met de computer de trillingstijd en de frequentie berekenen met de formule: $f = \frac{1}{T}$	☐
Je kunt de gehoorgrenzen van de mens benoemen (tussen 20 en 20 000 Hz).	☐
Je kunt bronnen van geluidshinder benoemen.	☐
Je kunt metingen van geluidssterkte verklaren.	☐
Je kunt beschrijven wat de dB(A)-schaal is.	☐
Je kunt beschrijven wat echo, een echolood en echoscopie zijn.	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met geluidssnelheid met de formule: $s = v_{geluid} \cdot t$	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met geluidssnelheid en echo.	☐
Je kunt schade aan het gehoor in verband brengen met de geluidssterkte en de tijdsduur van blootstelling.	☐
Je kunt voorstellen doen voor maatregelen tegen geluidshinder, bijvoorbeeld geluidswal, geluidsscherm, gehoorbeschermers en dubbele beglazing.	☐

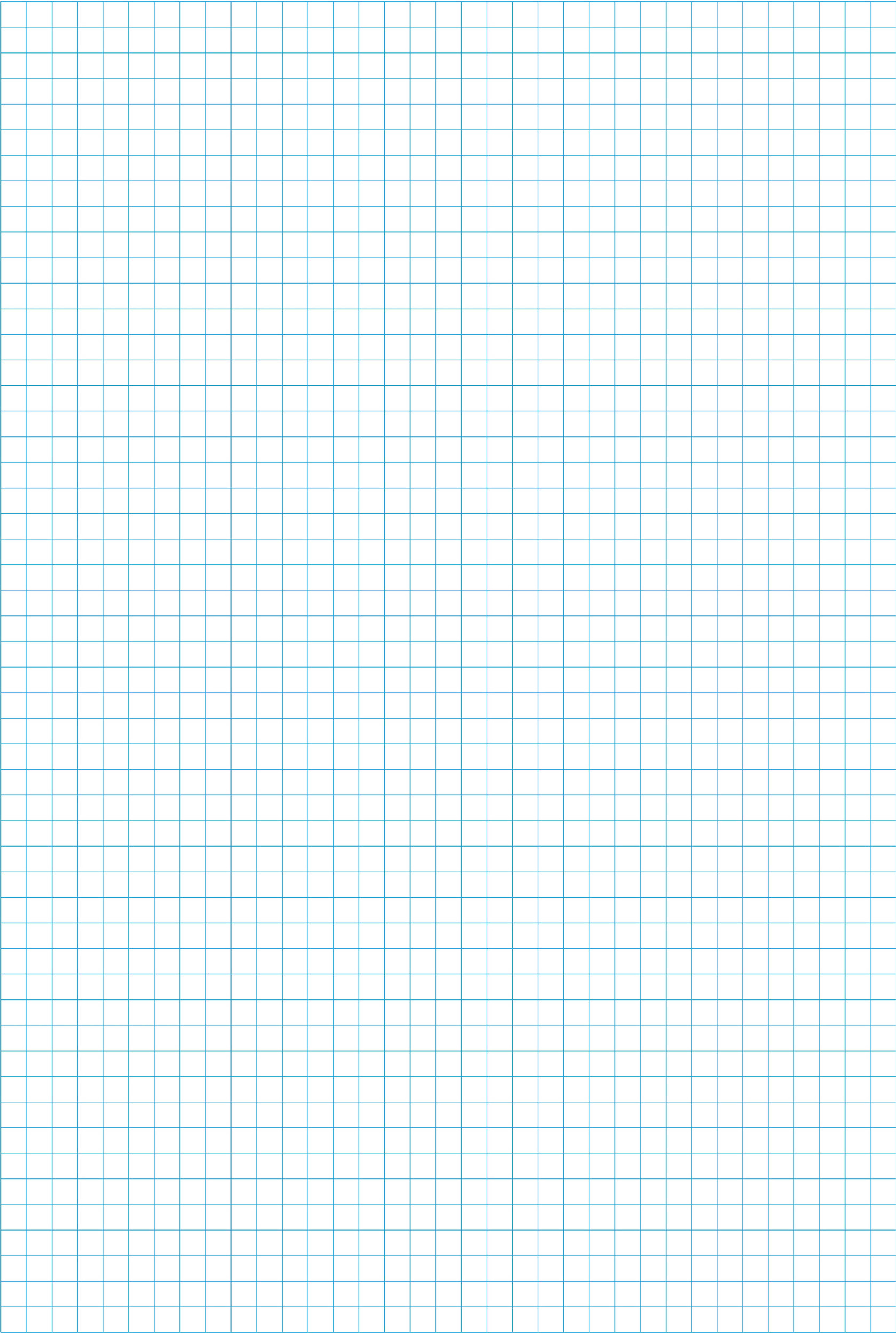
4 Hoeveel kruisjes heb je gezet bij het onderwerp Geluid?

Je hebt .... kruisjes gezet van de 18 die je kon zetten.

Kracht en veiligheid (hoofdstuk 3, 10 en 14)	
Je kunt de werking en toepassing van de volgende krachten beschrijven: elektrische kracht, magnetische kracht, spankracht, spierkracht, veerkracht, wrijvingskracht, zwaartekracht.	☐
Je kunt de zwaartekracht berekenen met de formule: $F_z = m \cdot g$	☐
Je kunt een kracht tekenen als een vector (pijl).	☐
Je kunt de grootte van een kracht bepalen als je de lengte van de pijl en de krachtenschaal kent.	☐
Je kunt een kracht meten met een krachtmeter.	☐
Je kunt bij een hefboom beschrijven hoe met een kleine kracht een grote kracht wordt uitgeoefend.	☐
Je kunt bij een hefboom beschrijven hoe met een grote kracht een kleine kracht wordt uitgeoefend.	☐
Je kunt voorbeelden noemen van hefbomen, bijvoorbeeld: tang, klauwhamer, breekijzer (koevoet), steekwagen, steeksleutel, ringsleutel en momentsleutel.	☐
Je kunt uitleggen hoe je met een vaste katrol de richting van de kracht omkeert.	☐
Je kunt uitleggen hoe je met een losse katrol de grootte van de kracht vermindert.	☐
Je kunt uitleggen wat een takel is.	☐
Je kunt de gemiddelde snelheid berekenen van een bewegend voorwerp met de formule: $v_{gem} = \frac{s}{t}$	☐
Je kunt (*s*,*t*)-diagrammen en (*v*,*t*)-diagrammen maken van bewegingen met constante snelheid, eenparig versnelde bewegingen, eenparig vertraagde bewegingen en andere bewegingen.	☐
Je kunt (*s*,*t*)-diagrammen en (*v*,*t*)-diagrammen in samenhang interpreteren.	☐
Je kunt krachten herkennen die een rol spelen bij een rijdend voertuig: aandrijfkracht, remkracht en tegenwerkende krachten (luchtwrijving en rolwrijving).	☐
Je kunt de nettokracht berekenen die op een voorwerp werkt.	☐
Je kunt maatregelen beschrijven die bestuurders en inzittenden van een voertuig beschermen bij een botsing:	
• airbag	☐
• hoofdsteun	☐
• kooiconstructie	☐
• kreukelzone	☐
• veiligheidsgordel	☐
• veiligheidshelm	☐
Je kunt omstandigheden herkennen die invloed hebben op de veiligheid tijdens het rijden:	
• reactietijd	☐
• rijsnelheid	☐
• staat van de banden en het wegdek	☐
• weersomstandigheden	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met de formule: stopafstand = reactieafstand + remweg	☐
Je kunt de invloed van de kracht en de oppervlakte op de druk van een voorwerp op de ondergrond uitleggen voor voorwerpen als veiligheidsgordel, veiligheidshelm, rijplaten, rupsbanden, tractorbanden, mes en punaise.	☐
Je kunt berekeningen uitvoeren met de formule: $p = \frac{F}{A}$	☐

5 Hoeveel kruisjes heb je gezet bij het onderwerp Kracht en veiligheid?

Je hebt .... kruisjes gezet van de 29 die je kon zetten.



Vaardigheden

WERKEN MET GEGEVENS
Bij het vak natuur- en scheikunde gaat het niet alleen om kennis (wat je weet), maar ook om vaardigheden (wat je kunt). Belangrijke vaardigheden zijn proeven doen, metingen uitvoeren, berekeningen maken, grafieken tekenen en verbanden herkennen. In dit onderdeel van de methode leer je daar meer over.



1 Een onderzoek doen

Door een onderzoek te doen, kun je meer te weten komen over een verschijnsel uit de natuurkunde of scheikunde. Bij zo'n onderzoek ga je stap voor stap te werk.

Stap 1 **Bedenk een onderzoeksvraag.**
Soms staat de onderzoeksvraag al in de opdracht vermeld. Dan kun je die gewoon overnemen. Soms mag je zelf een onderzoeksvraag bedenken. Wees daarbij niet te gauw tevreden. Kies een vraag waarbij je zelf al een idee hebt hoe je aan het antwoord kunt komen. Stel die vraag zó dat iedereen de vraag kan begrijpen.

VOORBEELD
Petra heeft als onderzoeksvraag bedacht:
Hoe groot is het vermogen van de koplamp van mijn fiets?

Petra wil het lampje gebruiken dat in de koplamp van haar fiets zit. Ze weet hoe ze het vermogen van zo'n lampje kan bepalen.

Stap 2 **Maak een werkplan.**
In je werkplan (afbeelding 1) moet je de volgende vragen beantwoorden:
- Welke materialen en apparatuur heb je nodig?
- Welke opstelling ga je bouwen (maak een tekening)?
- Welke grootheden ga je meten?
- Hoe ga je je meetresultaten verwerken:
  - Welke formules heb je nodig?
  - Maak je een tabel?
  - Maak je ook een grafiek?

Stap 3 **Voer metingen uit.**
Je bouwt nu je opstelling en voert de metingen uit. Schrijf al je metingen geordend op, bijvoorbeeld in een tabel. Zie vaardigheid 9 *Werken met tabellen en grafieken*.

Stap 4 **Verwerk de gegevens.**
Gebruik nu de formule(s) die je nodig hebt en maak daarmee de berekeningen om je antwoord te vinden. Soms kun je je meetresultaten in een grafiek weergeven. Zie vaardigheden 9 *Werken met tabellen en grafieken* en 10 *Verbanden meten*.

Stap 5 **Trek conclusies.**
Als alles goed is gegaan, kun je nu conclusies trekken. Geef een antwoord op je onderzoeksvraag. Vraag je ook af of er in je metingen onnauwkeurigheden kunnen zitten, waardoor je misschien een verkeerd antwoord op de onderzoeksvraag hebt gegeven. Zou je die onnauwkeurigheden kunnen verkleinen?

Stap 6 **Maak een onderzoeksverslag.**
Tot slot maak je van je onderzoek een onderzoeksverslag. Zie vaardigheid 12 *Een onderzoeksverslag maken*.

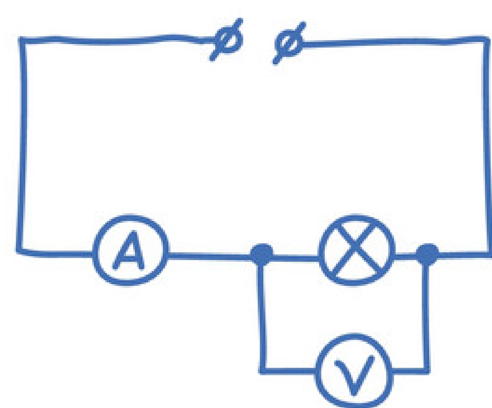
WERKPLAN **Petra de Boer**
Onderzoek: Het vermogen meten van de koplamp van mijn fiets

Materialen en apparatuur

Ik heb nodig:
- voeding
- snoeren
- stroommeter
- spanningsmeter
- fietslampje (van mezelf)

Opstelling

Ik ga deze schakeling bouwen:



Formules

Ik kan het vermogen berekenen met de formule $P = U \cdot I$.
Ik moet dus de spanning en de stroomsterkte meten.
Dan kan ik het vermogen uitrekenen.

Metingen

Ik stel de spanning in op 6,0 V (want dat is de gewone spanning van een dynamo). Daarna meet ik hoe groot de stroomsterkte door het lampje is.

afbeelding 1 Petra's werkplan.

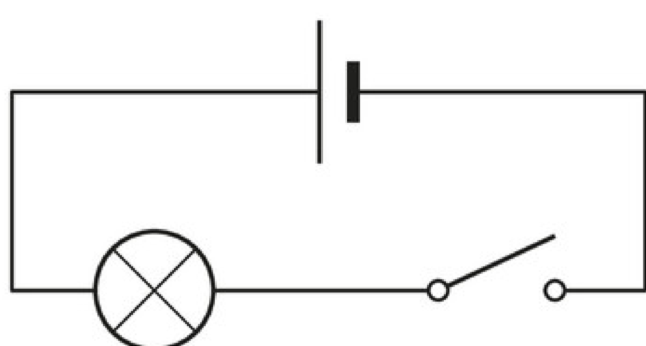
2 Schakelingen bouwen

Bij sommige proeven bouw je een schakeling aan de hand van een schakelschema. In zo'n schakelschema staan verschillende schakelsymbolen. In *BINAS* tabel 14 *Elektrotechnische symbolen* vind je een overzicht van de symbolen met hun betekenis.

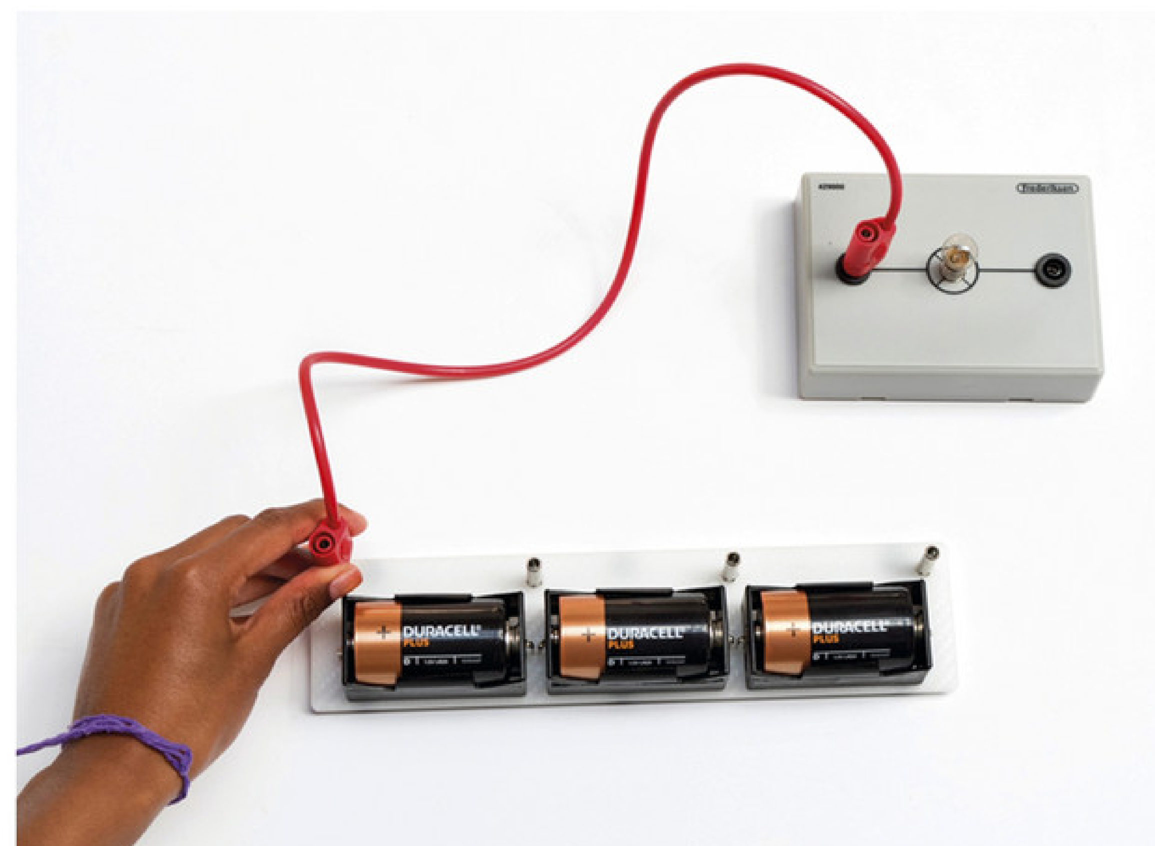
Je kunt een schakeling het best stap voor stap opbouwen. In afbeelding 2 zie je hoe je daarbij te werk kunt gaan. Begin bij de pluspool van de batterij, verbind de onderdelen een voor een met elkaar en eindig bij de minpool van de batterij.

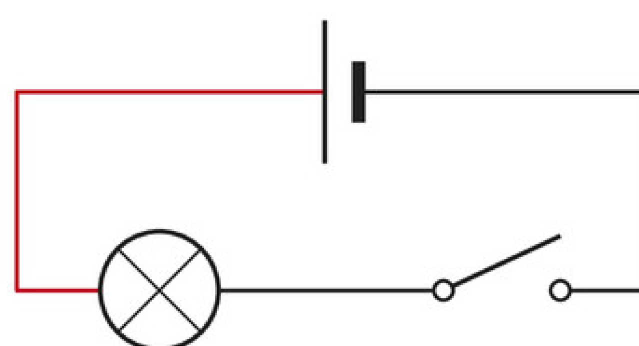
afbeelding 2 Een schakeling bouwen.



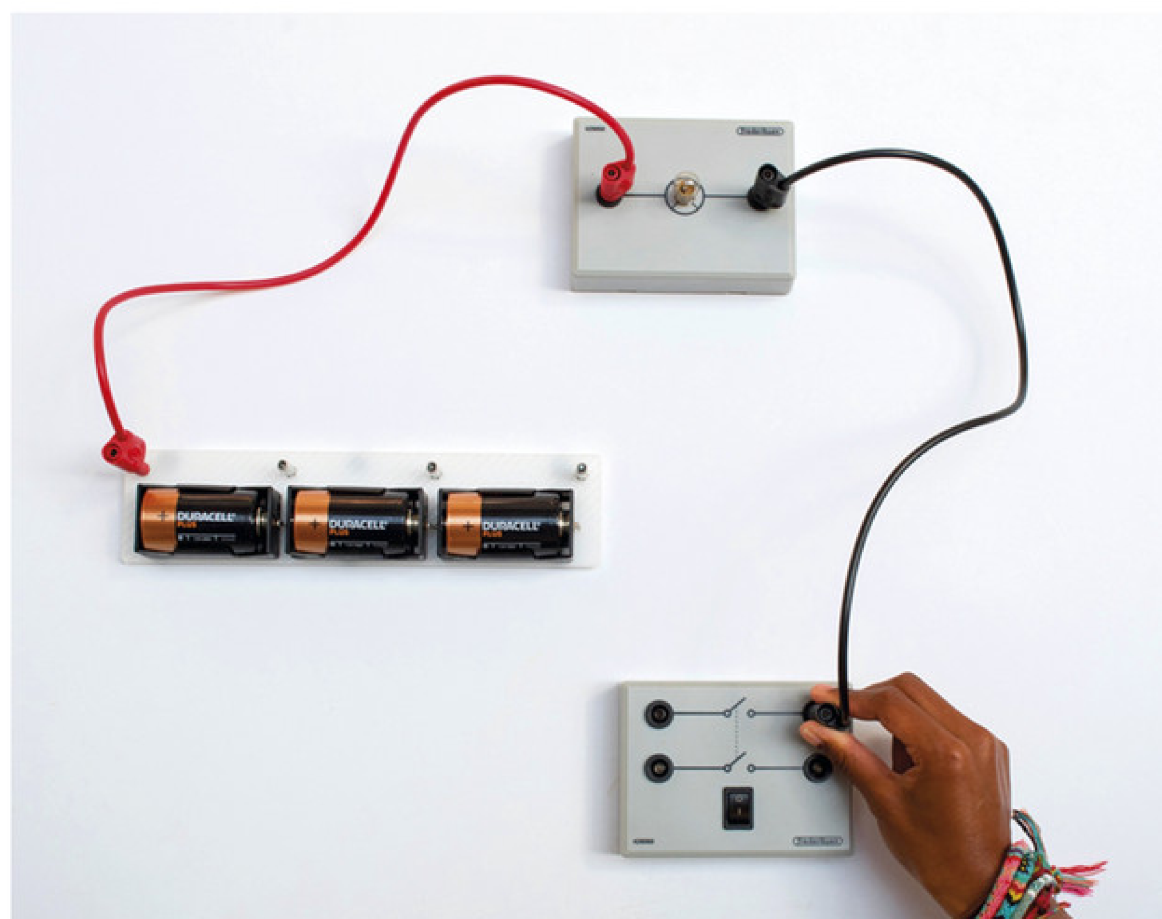


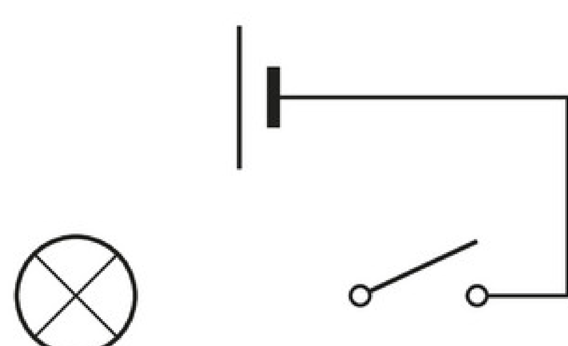
1 Verzamel de verschillende onderdelen.



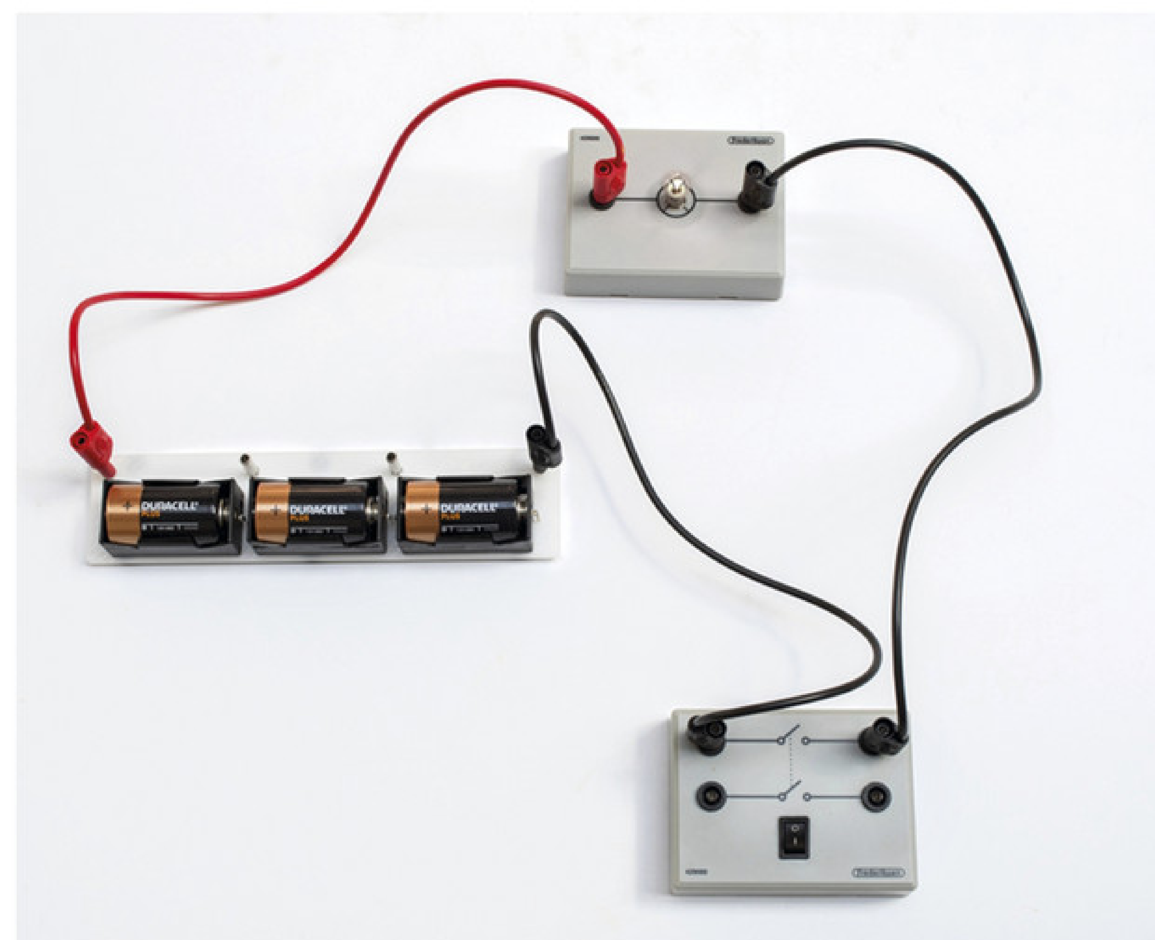


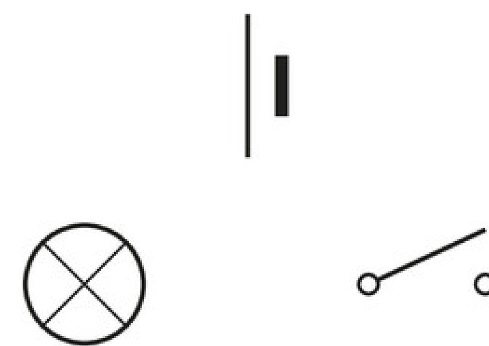
2 Begin met het snoer aan de pluskant.





3 Sluit het lampje aan op de schakelaar.





4 Maak de schakeling af.

3 Werken met meetinstrumenten

Bij het vak natuur- en scheikunde werk je met allerlei meetinstrumenten. Om een goede meting uit te kunnen voeren, ga je stap voor stap te werk.

Stap 1 **Bepaal welk(e) meetinstrument(en) je nodig hebt.**
Bij een onderzoek wil je een vraag beantwoorden, zoals:
Hoe groot is de weerstand van de motor van een ventilator?

Je weet dat je de weerstand kunt bepalen met de formule: $R = \frac{U}{I}$

Dat betekent dat je de spanning (U) en de stroomsterkte (I) moet meten.
Je hebt dus twee meetinstrumenten nodig: een spanningsmeter en een stroommeter.

Stap 2 **Sluit het meetinstrument aan.**
Een stroom- en een spanningsmeter moet je correct aansluiten: een stroommeter in serie met het apparaat, een spanningsmeter parallel aan het apparaat (afbeelding 3). Bij gelijkstroom en gelijkspanning is ook de stroomrichting van belang. Je moet de pluskant van de meter verbinden met de pluspool van de spanningsbron, en de minkant met de minpool. Meestal is de pluskant een rood contact, en de minkant een zwart contact.



afbeelding 3 Zo meet je de stroom door de motor van een ventilator: de stroommeter staat in serie met het apparaat.

Stap 3 **Kies het juiste meetbereik.**
Stroom- en spanningsmeters hebben elk drie meetbereiken. Je vindt het meetbereik dat je moet gebruiken op de volgende manier:

- Doe een proefmeting met het grootste meetbereik.
- Kijk hoe groot de stroomsterkte of de spanning ongeveer is.
- Kies het kleinste meetbereik waarbij je de meter nog kunt aflezen.

Hoe kleiner het gebruikte meetbereik, des te nauwkeuriger is het meetresultaat.

Stap 4 **Lees het meetinstrument af.**
Analoge meetinstrumenten hebben een schaalverdeling. Bij het aflezen van zo'n meetinstrument bepaal je eerst hoeveel elk streepje waard is. Daarna lees je de meetwaarde zo nauwkeurig mogelijk af.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Frank heeft de stroommeter van afbeelding 3 aangesloten op het meetbereik van 0 – 0,5 A.
Hoe groot is de stroomsterkte die de stroommeter aangeeft?

Uitwerking

- De schaalverdeling loopt van 0 tot 5.
- Je ziet 1, 2, enzovoort, maar door de keuze van het meetbereik betekenen deze cijfers 0,1 A, 0,2 A, enzovoort.
- De wijzer staat dus tussen 0,2 en 0,3 A.
- Tussen 0,2 en 0,3 A zijn tien tussenruimten.
- Elk streepje is dus $\frac{0,1}{10}$ = 0,01 A waard.
- De wijzer staat op het zevende streepje (afbeelding 4).

De stroomsterkte is dus 0,27 A.



afbeelding 4 Hoe groot is de stroomsterkte?

4 Werken met formules (in één stap)

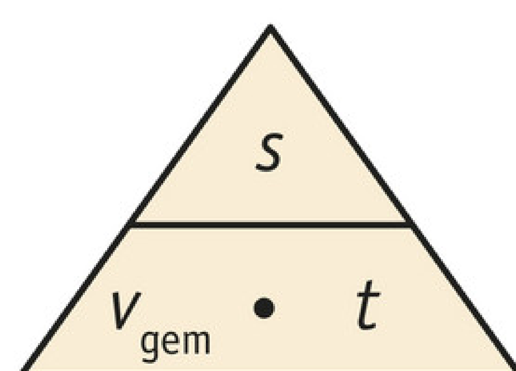
Bij het vak natuur- en scheikunde maak je af en toe berekeningen. Het volgende stappenplan is een goede aanpak:

Stap 1 **Lees de opdracht.**
Lees de opdracht en schat in welke buurt de uitkomst zal liggen. Stel dat je moet uitrekenen hoe groot de snelheid van een fietser is. Dan voel je wel aan dat de uitkomst ergens moet uitkomen tussen 10 en 30 km/h.

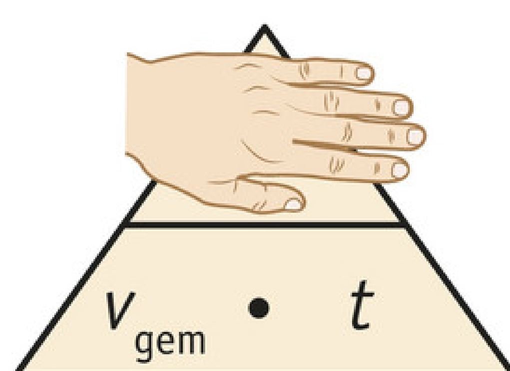
Stap 2 **Noteer de gegevens.**
Schrijf de grootheid op en schrijf de waarde erachter. Vergeet de eenheid niet. Soms is het handig een eenheid alvast om te rekenen, zoals in voorbeeldopdracht 2.

Stap 3 **Noteer wat wordt gevraagd.**
Schrijf de gevraagde grootheid op en schrijf er een vraagteken achter.

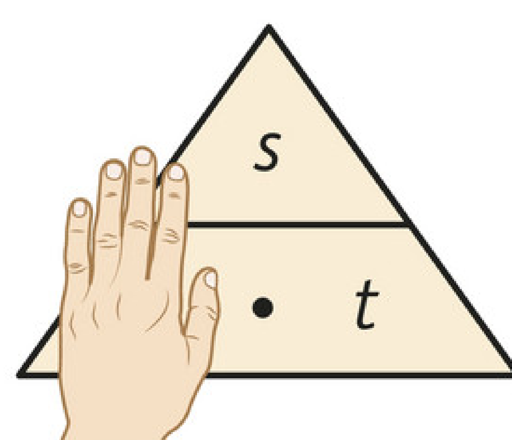
Stap 4 **Schrijf de formule op.**
Formules zoals $v_{gem} = \frac{s}{t}$ kun je op verschillende manieren opschrijven (afbeelding 5). Neem de vorm waarin de gevraagde grootheid voor het is-teken (=) staat.



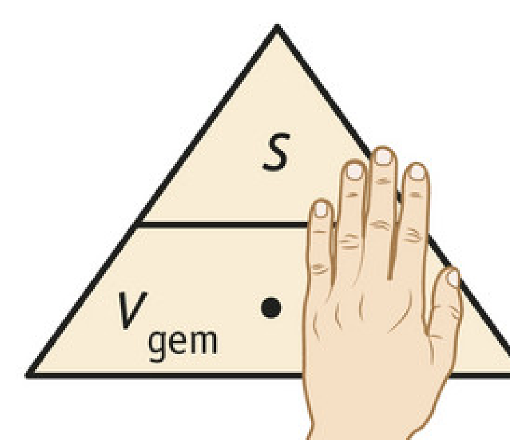
Zo vind je de drie vormen van deze formule.



De eerste vorm: $s = v_{gem} \cdot t$



De tweede vorm: $v_{gem} = \frac{s}{t}$



en de derde vorm: $t = \frac{s}{v_{gem}}$

afbeelding 5 Een formule omwerken.

Stap 5 **Vul de gegevens in.**

Stap 6 **Werk de berekening uit.**

Stap 7 **Noteer de uitkomst.**
De uitkomst is een getal + een eenheid. Geef in je uitkomst ook aan welke grootheid je hebt uitgerekend.
Schrijf dus niet alleen maar: 80 m/s, maar: v = 80 m/s of: De snelheid = 80 m/s.

Stap 8 **Controleer de uitkomst.**
Vergelijk de uitkomst met de schatting die je in het begin maakte. Ga ook na of je geen reken- of overschrijffouten hebt gemaakt en of je de juiste eenheid achter het getal hebt gezet.

VOORBEELDOPDRACHT 2
Max fietst 2,5 minuten lang met een gemiddelde snelheid van 18 km/h.
Bereken de afstand die hij in die tijd aflegt in meters.

gegevens v_{gem} = 18 km/h = 5 m/s
t = 2,5 min = 150 s

gevraagd s = ? m

uitwerking $s = v_{gem} \cdot t = 5 \times 150 = 750$ m

5 Werken met formules (in twee stappen)

Soms zijn er twee berekeningen nodig om een opdracht uit te werken. Het lijkt dan of er een gegeven in de opdracht ontbreekt. Maar dat is niet echt zo: je kunt het ontbrekende gegeven met een andere formule berekenen.

De uitwerking bestaat in zo'n geval uit twee stappen:
Stap 1 Het ontbrekende gegeven berekenen.
Stap 2 De gevraagde grootheid berekenen.

Hierna zie je een voorbeeld van zo'n opdracht:

VOORBEELDOPDRACHT 3

Een auto remt in 4,0 seconden af van 63 km/h naar 0 km/h (afbeelding 6).
Bereken de remweg. Ga ervan uit dat de beweging eenparig versneld is.



afbeelding 6 Een auto met toeristen op safari remt af voor een overstekend nijlpaard.

Om de remweg te berekenen met de formule $s = v_{gem} \cdot t$ heb je de gemiddelde snelheid en de tijd nodig. De tijd is gegeven, maar de gemiddelde snelheid niet. Die moet je bij deze opdracht zelf berekenen. Dat gaat als volgt.

Stap 1 Bereken de gemiddelde snelheid

gegevens $v_b = 63$ km/h = 17,5 m/s
$v_e = 0$ km/h = 0 m/s

gevraagd $v_{gem} = ?$ m/s

uitwerking $v_{gem} = \frac{v_e + v_b}{2} = \frac{17{,}5 + 0}{2} = 8{,}75$ m/s

Nu je dit weet, kun je de gevraagde grootheid berekenen.

Stap 2 Bereken de remweg (afstand)

gegevens $v_{gem} = 8{,}75$ m/s
$t = 4{,}0$ s

gevraagd $s = ?$ m

uitwerking $s = v_{gem} \cdot t = 8{,}75 \times 4 = 35$ m

De remweg is dus 35 m.

Zoals je ziet, vormt elke stap een aparte berekening, met gegevens, gevraagd en uitwerking. Gebruik daarbij de aanpak die je hebt geleerd in vaardigheid 4 *Werken met formules (in één stap).*

6 Werken met eenheden

Een grootheid is iets wat je kunt meten. Voorbeelden van grootheden zijn massa, kracht, afstand en tijd. Om een grootheid te kunnen meten, heb je een eenheid nodig. Je meet de massa in kilogram, de kracht in newton, de afstand in meter en de tijd in seconden. In Binas kun je verschillende grootheden en hun eenheden opzoeken. Zie *BINAS* tabel 6 *Enkele grootheden.*

Sommige grootheden worden in verschillende eenheden gemeten. Bijvoorbeeld:

- de tijd meet je in seconden (s) maar ook in minuten (min) en uren (h)
- de temperatuur meet je in kelvin (K) maar ook in graden Celsius (°C)
- de snelheid meet je in meter per seconde (m/s) maar ook in kilometer per uur (km/h)
- de hoeveelheid energie meet je in joule (J) maar ook in kilowattuur (kWh)
- de druk meet je in pascal (Pa) maar ook in bar of millibar (mbar)

In de wetenschap werk je met de eenheden in het linker rijtje. Dit zijn SI-eenheden (naar ‘Système International’, het internationale eenhedensysteem in de wetenschappen). In het dagelijks leven gebruiken mensen vaak de eenheden in het rechter rijtje. Dat vinden ze handiger, of ze zijn eraan gewend. Je kunt deze praktische eenheden ook op het examen tegenkomen. Vaak moet je ze dan omrekenen naar de bijbehorende SI-eenheid.

VOORBEELDOPDRACHT 4

In 2021 stond het wereldrecord op de 5000 m schaatsen (vrouwen) op 6 min 39,02 s.
Hoeveel is dat in seconden?

Uitwerking

Je weet: 1 min = 60 s

6 min = 6 × 60 s = 360 s
6 min 39,02 s = 360 s + 39,02 s = 399,02 s

VOORBEELDOPDRACHT 5

Lood heeft een smeltpunt van 601 K.
Hoeveel is dat in °C?

Uitwerking

Je weet: om de temperatuur in °C te vinden, moet je 273 aftrekken van de temperatuur in K.

601 K komt dus overeen met 601 − 273 = 328 °C.

VOORBEELDOPDRACHT 6

Een auto rijdt 100 km/h.
Hoeveel is dat in m/s?

Uitwerking

Je weet: 1 h = 3600 s

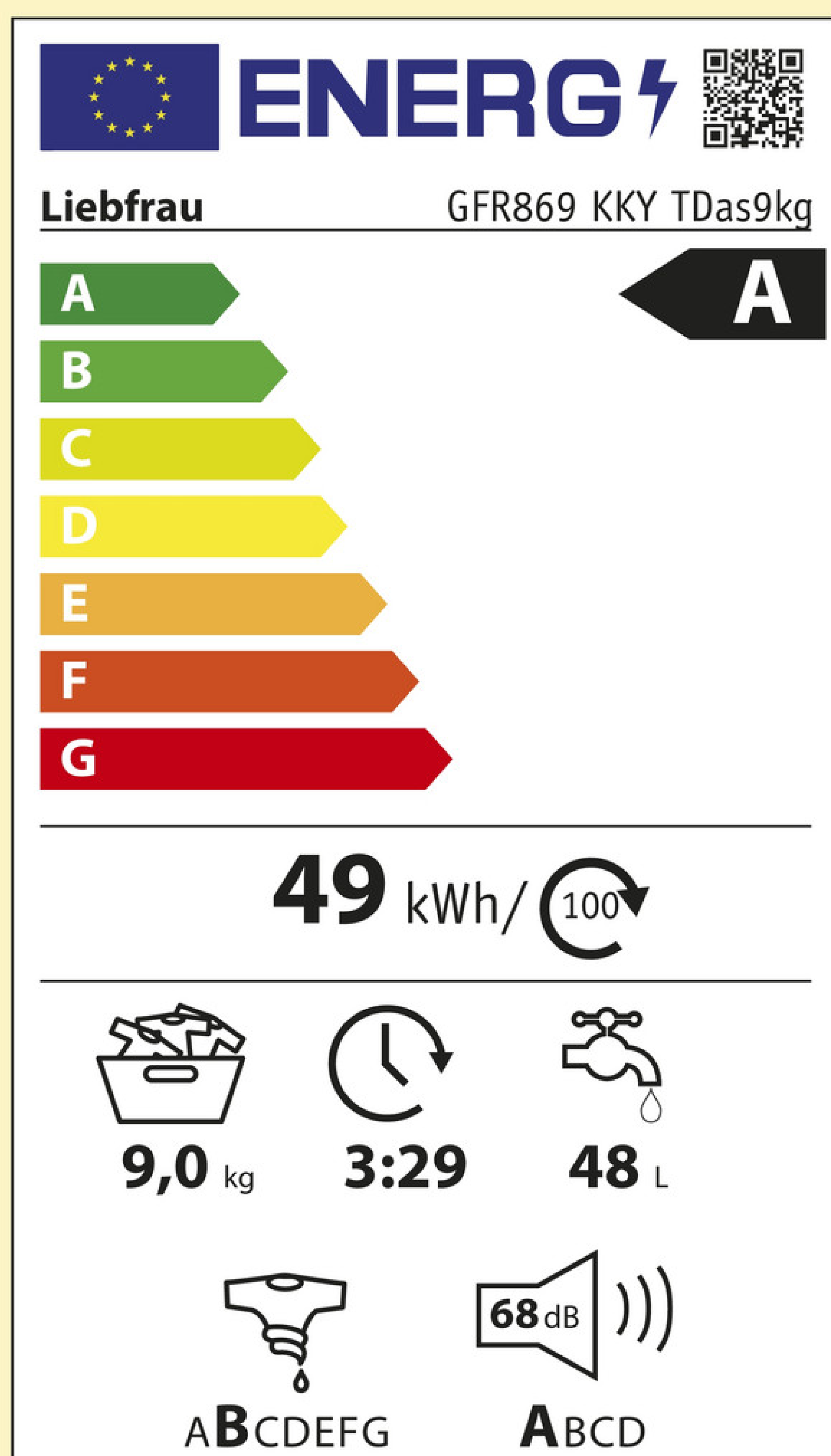
$$\frac{100\ \text{km}}{1\ \text{h}} = \frac{100\ 000\ \text{m}}{3600\ \text{s}} = 27{,}8\ \text{m/s}$$

VOORBEELDOPDRACHT 7

Op het energielabel van een wasmachine staat dat de machine 49 kWh per jaar verbruikt (afbeelding 7).
Hoeveel is dat in J?

Uitwerking
Je weet: 1 kWh = $3{,}6 \cdot 10^6$ J (zie *BINAS* tabel 2 *Omrekenregels*)

49 kWh = 49 × $3{,}6 \cdot 10^6$ J = $1{,}76 \cdot 10^8$ J = 176 MJ



afbeelding 7 Het energielabel van een wasmachine.

VOORBEELDOPDRACHT 8

Marcus ziet op de barometer dat de luchtdruk 985 mbar is.
Hoeveel is dat in Pa?

Uitwerking
Je weet: 1 bar = $1{,}0 \cdot 10^5$ Pa (zie *BINAS* tabel 2 *Omrekenregels*)

1 mbar = $\frac{1{,}0 \cdot 10^5}{1000}$ Pa = $1{,}0 \cdot 10^2$ Pa
985 mbar = (985 × $1{,}0 \cdot 10^2$) Pa = $9{,}85 \cdot 10^4$ Pa

7 Werken met voorvoegsels

Vaak past de grootte van een eenheid niet goed bij de grootte van wat je wilt meten. In zo'n geval kun je een voorvoegsel voor de eenheid zetten. In plaats van "De trillingstijd is 0,0002 seconden" schrijf je: "De trillingstijd is 0,2 ms". De betekenis is hetzelfde, maar 0,2 ms is veel gemakkelijker te begrijpen dan 0,0002 s.

Soms moet je gegevens omrekenen om een voorvoegsel weer kwijt te raken. Als je de frequentie wilt berekenen, werk je met de trillingstijd in s en niet in ms. Als de trillingstijd in ms is gegeven, reken je die eerst om naar s. Anders gaat het fout als je de gegevens in de formule invult.

Je kunt een voorvoegsel altijd vervangen door een macht van 10. In plaats van "Bij de verbranding van 1 L benzine komt 33 MJ warmte vrij", schrijf je bijvoorbeeld: "Bij de verbranding van 1 L benzine komt $33 \cdot 10^6$ J warmte vrij" of "Bij de verbranding van 1 L benzine komt $3{,}3 \cdot 10^7$ J warmte vrij". Het voorvoegsel M (mega) betekent net als 10^6 één miljoen (zie *BINAS* tabel 3 *Vermenigvuldigingsfactoren*).

VOORBEELDOPDRACHT 9

Een betonnen bouwelement hangt stil aan een kabel van een hijskraan. De spankracht in de kabel is 54 kN.
Bereken de massa van het bouwelement.

	manier 1	manier 2
gegevens	F = 54 kN = 54 000 N g = 10 N/kg	F = 54 kN = $54 \cdot 10^3$ N g = 10 N/g
gevraagd	m = ? kg	m = ? kg
uitwerking	$m = \frac{F}{g} = \frac{54\,000}{10}$ m = 5400 kg	$m = \frac{F}{g} = \frac{54 \cdot 10^3}{10}$ $m = 5{,}4 \cdot 10^3$ kg

Voorvoegsels komen ook voor in samengestelde eenheden. Soms staan ze onder de breukstreep, zoals in g/cm^3 (voor dichtheid) en in N/cm^2 (voor druk). In dat geval is het omrekenen lastiger dan anders. Onthoud:

$1{,}0\ N/cm^2 = 100\ N/dm^2 = 1{,}0 \cdot 10^4\ N/m^2$

$1{,}0\ g/cm^3 = 1{,}0\ kg/dm^3 = 1{,}0 \cdot 10^3\ kg/m^3$

VOORBEELDOPDRACHT 10
De druk in een gasfles is 80 N/cm^2 (afbeelding 8).
Hoeveel is dat in N/m^2?

Uitwerking
Je weet: $1{,}0\ N/cm^2 = 1{,}0 \cdot 10^4\ N/m^2$

$80\ N/cm^2 = (80 \times 1{,}0 \cdot 10^4)\ N/m^2 = 8{,}0 \cdot 10^5\ N/m^2$



afbeelding 8 Een gasfles.

VOORBEELDOPDRACHT 11
De dichtheid van beton is 2,3 g/cm^3.
Hoeveel is dat in kg/m^3?

Uitwerking
Je weet: $1{,}0\ g/cm^3 = 1{,}0 \cdot 10^3\ kg/m^3$

$2{,}3\ g/cm^3 = (2{,}3 \times 1{,}0 \cdot 10^3)\ kg/m^3 = 2{,}3 \cdot 10^3\ kg/m^3$

8 Werken met machten van 10

Bij natuur- en scheikunde krijg je soms te maken met getallen die erg groot of juist erg klein zijn. Er is een handige manier bedacht om dat soort getallen op te schrijven. Voor grote getallen gebruik je positieve machten van 10. Voor kleine getallen gebruik je negatieve machten van 10.

positieve machten

$10^1 = 10$

$10^2 = 10 \times 10 = 100$

$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$

enzovoort

negatieve machten

$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0{,}1$

$10^{-2} = \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{100} = 0{,}01$

$10^{-3} = \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{1000} = 0{,}001$

enzovoort

Je kunt een voorvoegsel altijd vervangen door een macht van 10. Dat is vaak de handigste manier om het voorvoegsel kwijt te raken voordat je een berekening maakt. In plaats van “De trekkracht is 840 kN” schrijf je bijvoorbeeld: “De trekkracht is $840 \cdot 10^3$ N” of “De trekkracht is $8{,}4 \cdot 10^5$ N” (afbeelding 9). In *BINAS* tabel 3 *Vermenigvuldigingsfactoren* kun je opzoeken welke macht van 10 overeenkomt met welk voorvoegsel.



afbeelding 9 De maximale trekkracht van deze sleepboot is 840 kN = $8{,}4 \cdot 10^5$ N.

VOORBEELDOPDRACHT 12

Een verwarmingselement levert in 5,0 minuten 360 kJ warmte.
Bereken het vermogen van het verwarmingselement.

gegevens $E = 360$ kJ $= 3{,}6 \cdot 10^5$ J — ook goed is $360 \cdot 10^3$ J
$t = 5{,}0$ min $= 300$ s

gevraagd $P = ?$ W

uitwerking $P = \frac{E}{t} = \frac{3{,}6 \cdot 10^5}{300} = 1200$ W — ook goed is $1{,}2 \cdot 10^3$ W of 1,2 kW

VOORBEELDOPDRACHT 13

Een toon heeft een trillingstijd van 0,25 ms.
Bereken de frequentie van de toon.

gegevens T = 0,25 ms = 0,25·10^{-3} s   ook goed is 2,5·10^{-4} s

gevraagd f = ? Hz

uitwerking $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2{,}5 \cdot 10^{-4}} = 4{,}0 \cdot 10^{3}$ Hz   ook goed is 4,0 kHz

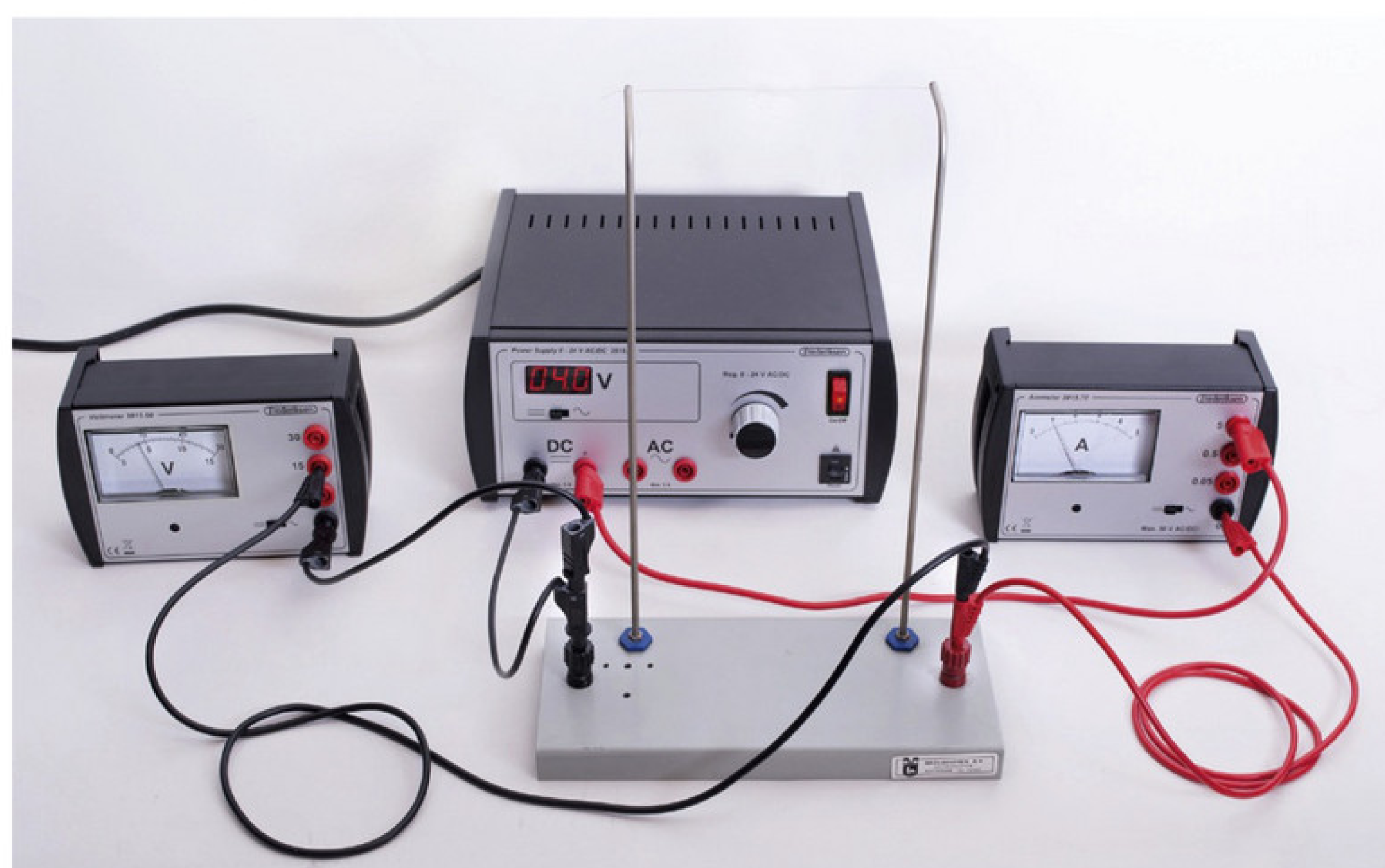
9 Werken met tabellen en grafieken

Veel onderzoeksvragen gaan over het verband tussen twee grootheden. Over een metaaldraad kun je bijvoorbeeld vragen:
Hoe hangt de stroomsterkte door de draad af van de spanning over de draad?
Je wilt dus het verband meten tussen de stroomsterkte en de spanning.

Om deze vraag te beantwoorden, voer je een serie metingen uit. Je maakt een serieschakeling met een voedingskastje, een metaaldraad en een stroommeter. Daarna schakel je de spanningsmeter parallel aan de draad (afbeelding 10a). Je vergroot de spanning stap voor stap (0 V, 1 V, 2 V, 3 V) en leest steeds de stroomsterkte af op de stroommeter. In een tabel noteer je de meetresultaten: links de spanning, rechts de stroomsterkte (afbeelding 10b).

Verbanden worden duidelijker als je ze weergeeft in een grafiek (afbeelding 10c). Zo'n grafiek teken je in potlood. Anders kun je later niets meer verbeteren.

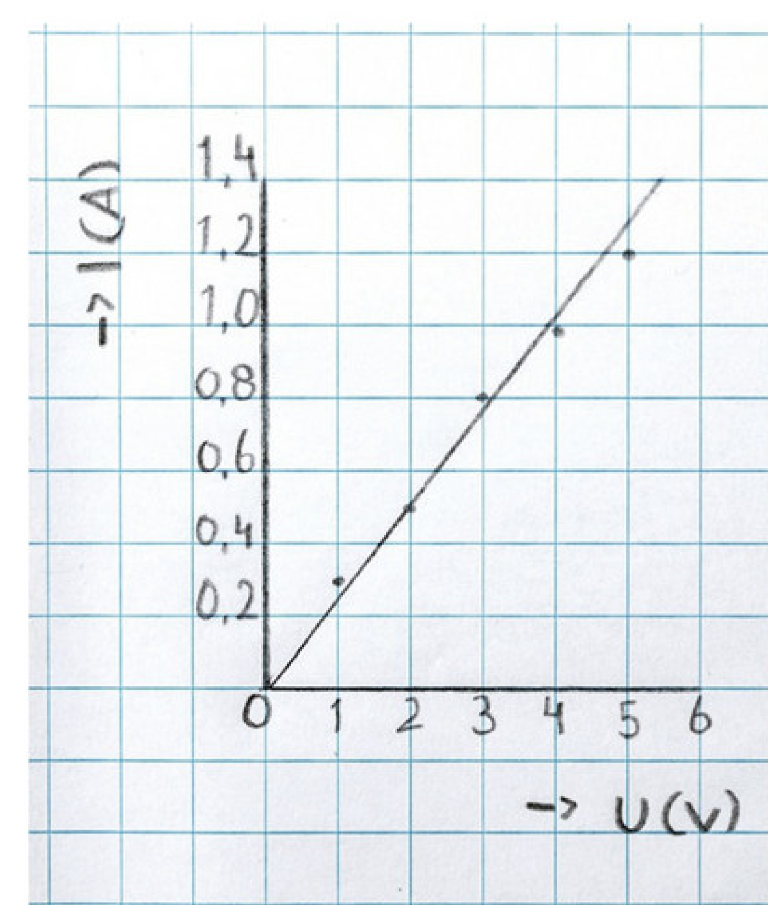
afbeelding 10 Meten – noteren – tekenen.



ⓐ

Spanning (V)	Stroomsterkte (A)
0	0
1	0,3
2	0,5
3	0,8
4	1,0
5	

ⓑ



ⓒ

Zo'n grafiek maak je als volgt:

- Teken een assenstelsel. In het boek is dat meestal al voor je gedaan.
- Zet bij elke as een grootheid, met de eenheid waarin je hebt gemeten. Bijvoorbeeld: → spanning (V) en → stroomsterkte (A).
- Zet langs beide assen een geschikte schaalverdeling. Zorg ervoor dat al je metingen in de grafiek passen en dat je grafiek niet te klein wordt. Gebruik minstens twee derde deel van de beschikbare ruimte op de as.
- Teken de meetresultaten in als punten. Realiseer je daarbij dat er altijd kleine meetfouten in je meetresultaten zitten. Je mag er niet van uitgaan dat elk punt exact juist is.

- Trek een rechte lijn als de meetpunten zo ongeveer op een rechte lijn liggen. Laat die lijn zo goed mogelijk bij de punten aansluiten. Maar let op: je mag de punten niet een voor een met elkaar verbinden, zodat je een onregelmatig heen en weer gaande zigzaglijn krijgt.

- Teken een vloeiende kromme als de punten duidelijk niet op één lijn liggen. Laat de kromme zo goed mogelijk bij de punten aansluiten. Net als bij een rechte lijn mag je de punten niet een voor een met elkaar verbinden.

Het geeft dus niet dat een rechte lijn of een kromme niet precies door alle meetpunten loopt. Het is normaal dat meetpunten niet 100% nauwkeurig zijn. Daarom moet je bij het tekenen van de grafiek ook niet doen alsof.

10 Verbanden meten

Veel onderzoeksvragen gaan over het verband tussen twee grootheden. Neem bijvoorbeeld de onderzoeksvraag:
Wat gebeurt er met de stroomsterkte als je de spanning groter maakt?

Bij deze vraag gaat het om het verband tussen de stroomsterkte en de spanning. Hoe meet je nu zo'n verband?

- Maak eerst een tabel waarin je de meetresultaten kunt noteren: links de spanning, rechts de stroomsterkte.

- Maak de spanning stapsgewijs groter en lees af: welke stroomsterkte hoort bij deze spanning? Noteer de meetwaarden in de tabel.

- Controleer alle metingen minstens één keer, om aflees- en opschrijffouten te kunnen verbeteren.

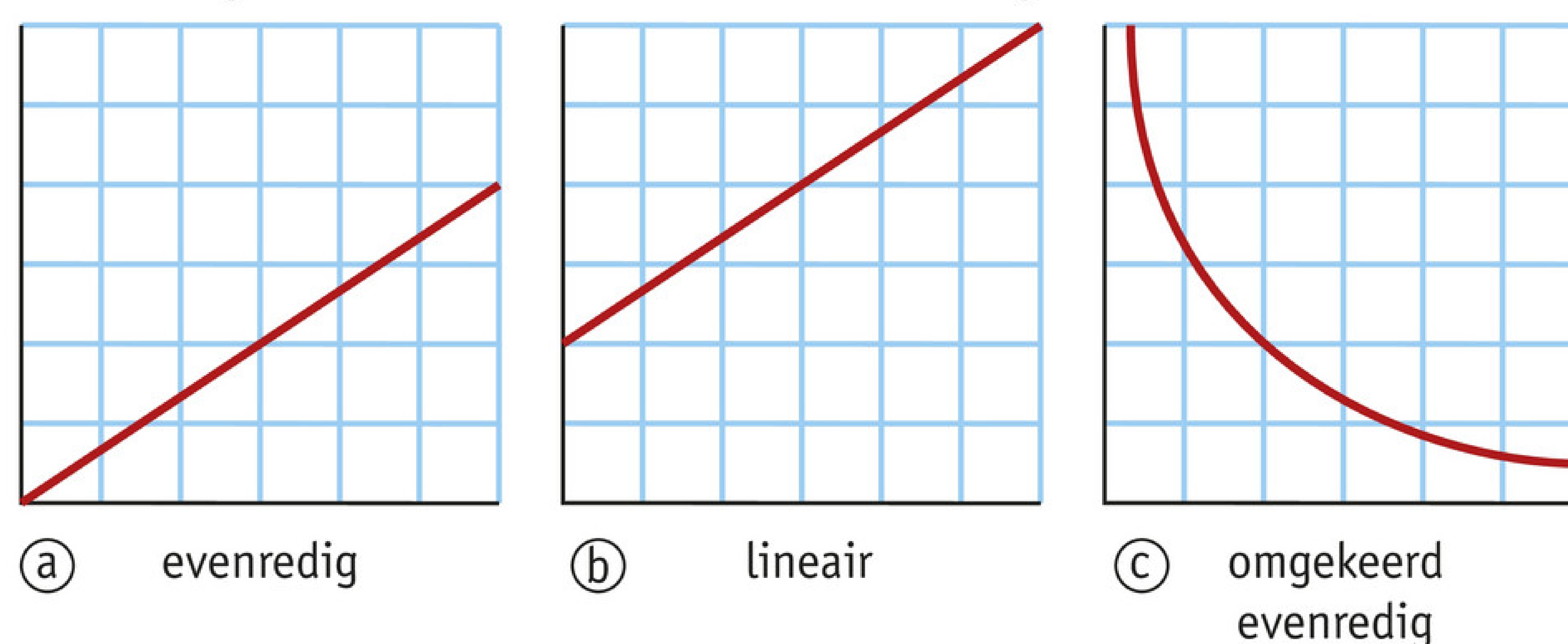
- Verwerk je metingen tot een grafiek. In vaardigheid 9 *Werken met tabellen en grafieken* kun je lezen hoe dat moet. Zet de spanning langs de horizontale as en de stroomsterkte langs de verticale as.

- Vergelijk de grafiek die je hebt getekend met afbeelding 11. Daarin zie je hoe een grafiek eruitziet:
  a als het verband evenredig is;
  b als het verband lineair is;
  c als het verband omgekeerd evenredig is.

Als de grafiek een rechte lijn is, is het verband tussen de twee grootheden lineair. Gaat de grafiek ook door de oorsprong, dan is het verband evenredig. Als je met een constantaandraad hebt gewerkt, vind je een evenredig verband tussen de spanning en de stroomsterkte.

Het meten van verbanden tussen andere grootheden kun je op dezelfde manier aanpakken.

afbeelding 11 Verschillende verbanden in een grafiek.



11 Werken met Binas

In Binas (voluit: *BINAS vmbo-kgt, 2e editie, Informatieboek voor Nask1 en Nask2*) kun je van alles opzoeken: grootheden, formules, schakelsymbolen, omrekenregels, gegevens van vaste stoffen en vloeistoffen en nog veel meer. Je kunt Binas gebruiken als bron van gegevens en als geheugensteun.

Binas als bron van gegevens

In Binas staan gegevens over allerlei natuurkundige (en scheikundige) onderwerpen. De gegevens zijn geordend in tabellen. De eerste 32 tabellen horen bij het vak Nask1. Ze staan op een pagina met een blauwe rand. Ook tabel 43 en 44 met de rode rand (Nask2) worden bij Nask1 gebruikt. Je kunt in Binas bijvoorbeeld vinden:

- hoe je met de kleurcode op een weerstand de weerstandswaarde kunt berekenen (tabel 13);
- hoe groot de dichtheid en het smeltpunt zijn van verschillende stoffen (tabel 15 tot en met 17);
- hoe snel het geluid zich voortplant in vaste stoffen, vloeistoffen en gassen (tabel 27);
- hoe de gevoeligheid van het gehoor afneemt, als je ouder wordt (tabel 29);
- hoe afval wordt gescheiden en waar je afval inlevert (tabel 43);

en nog veel meer.

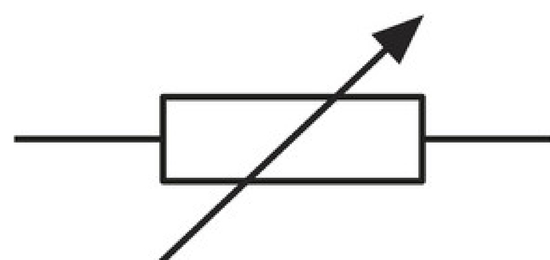
Binas als geheugensteun

In Binas staan behalve gegevens ook formules, grootheden, eenheden en symbolen. Heb je iets geleerd, maar weet je het niet goed meer? Pak dan Binas erbij. Daar vind je een antwoord op vragen als:

- Wat is het symbool voor de trillingstijd?
  Zie *BINAS* tabel 6 *Enkele grootheden.*
  Het symbool voor de grootheid trillingstijd is: T

- Met welke formule kun je het vermogen berekenen?
  Zie *BINAS* tabel 12 *Elektriciteit*.
  De formule voor het berekenen van vermogen is: $P = U \cdot I$

- Hoe ziet het symbool van een variabele weerstand eruit?
  Zie *BINAS* tabel 14 *Elektrotechnische symbolen.*
  Het symbool van een variabele weerstand is:



- Wat betekent het pictogram in afbeelding 12?
  Zie *BINAS* tabel 31 *Veiligheidspictogrammen*.
  Het pictogram betekent: irriterend, schadelijk.



afbeelding 12
Een pictogram.

12 Een onderzoeksverslag maken

Bij een onderzoek hoort een verslag. In dat verslag leg je uit hoe het onderzoek is verlopen. Iemand die er niet bij is geweest, moet precies kunnen begrijpen wat er is gebeurd. Soms moet je ook een verslag maken van een gewone practicumproef.

Deel je verslag als volgt in:

Titelpagina
Hierop vermeld je de titel van het onderzoek, de namen van de leerlingen in je onderzoeksgroep, de naam van je leraar, de datum en het jaar.

§ 1 Onderzoeksvraag
In deze paragraaf leg je uit welke vraag je met je onderzoek wilde beantwoorden en welk antwoord je van tevoren dacht te vinden.

§ 2 Werkplan
Hierin staat:
- een lijst met de spullen die je hebt gebruikt;
- een tekening van de opstelling die je hebt gemaakt;
- een korte beschrijving van wat je hebt gedaan:
  - Welke grootheden heb je gemeten?
  - Welke meetinstrumenten heb je gebruikt?
  - Hoe heb je de meetresultaten verwerkt (tekenen / berekenen)?
  - Welke berekeningen heb je uitgevoerd (inclusief formules)?

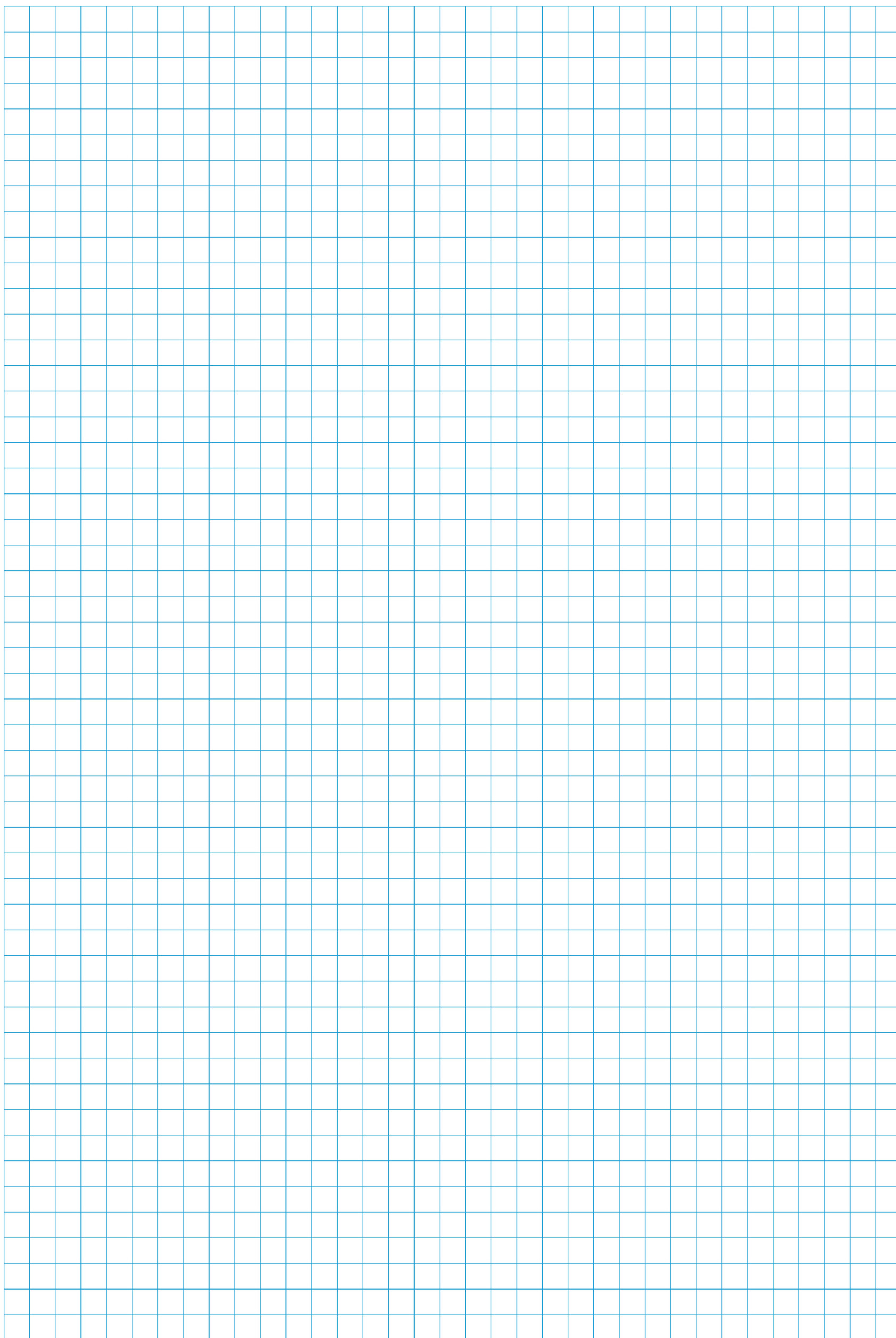
§ 3 Onderzoeksresultaten
Hierin vermeld je wat je hebt waargenomen of gemeten: in de vorm van teksten, tabellen, foto's en dergelijke.

§ 4 Uitwerking
Hierin maak je grafieken van je meetwaarden en voer je berekeningen uit die je nodig hebt om je onderzoeksvraag te beantwoorden.


§ 5 Conclusies
Hierin staat het antwoord op de onderzoeksvraag. Ook schrijf je op wat er beter had gekund.

Een verslag hoort er goed uit te zien. Het gaat niet alleen om de inhoud van je verslag. Je moet die inhoud ook duidelijk en overzichtelijk presenteren. Een aantal aanwijzingen:
- Maak je verslag op de computer.
- Gebruik papier op A4-formaat.
- Zorg dat er ruime marges (witte ruimtes) overblijven: onder en boven, links en rechts.
- Kies een goed leesbaar lettertype, met een goede lettergrootte.
- Zet een vet kopje boven elke paragraaf.
- Zorg voor nette tekeningen, tabellen en grafieken. Zet er een nummer bij, zodat je ernaar kunt verwijzen.

Er zijn ook andere manieren om een verslag te maken. Sommige proeven kun je bijvoorbeeld filmen. Let er wel op dat je alle paragrafen van het verslag aan bod laat komen. Een enkele keer kun je er misschien zelfs een rap van maken. En misschien zijn er nog andere vormen die jij leuk vindt. Overleg dat eerst altijd met je leraar.



Register



Colofon

ONTWERP BINNENWERK
Pointer grafische vormgeving
Crius Group

ONTWERP OMSLAG
Studio Struis

UITVOERING BINNENWERK
Crius Group

AUTEURS
Sander Michon
Lian Poelsma
Rein Tromp, Recursief

EINDREDACTIE
Linda Kleverlaan, Fundamen*taal* communicatie | educatie
Sander Michon, Michon Educatie

MET MEDEWERKING VAN
Frits Kappers
Lineke Pijnappels
Coert Schatorjé

TECHNISCH TEKENWERK
Erik Eshuis Infographics, Groningen
Edwin Verbaal/Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem

BEELDRESEARCH
B en U International Picture Service, Amsterdam

BEELDVERANTWOORDING
123RF/Vladimir Grigorev: Pag. 51 (b.); 123RF/Andrey Eremin: Pag. 57, 60, 61, 63, 65, 67, 69; 123RF/missisya: Pag. 117 (o.); 123RF/elen1: Pag. 149 (o.); 123RF/Scott Griessel: Pag. 162; 123RF/marctran: Pag. 170 (o.); 123RF/kzenon: Pag. 186; 123RF/sorapol ujjin: Pag. 225 (b.);123RF/noel baebler: Pag. 255; 213RF/magraphics: Pag. 217; ADAC: Pag. 176 (o.); Angel Photography Amsterdam: Pag. 145 (b.), 145 (m.), 145 (r.); ANP Foto/AS Media: Pag. 51 (o.); ANP Foto/Freek van den Bergh: Pag. 123 (r.b.); ANP Foto/Frans Lemmens: Pag. 138/139; ANP Foto/Cor Salverius/Foto Dijkstra: Pag. 158; ANP Foto/ Bart Hoogveld : Pag. 180 (l.); ANP Foto/Dolph Cantrijn: Pag. 206/207; ANP Foto/Robin Utrecht: Pag. 220 (l.b.), 220 (r.b.), 220 (l.o.), 220 (r.o.); ANP Foto/Science Photo Library: Pag. 244; ANP Foto/AFP/satellite image 2021 Maxar Technologies: Pag. 140 (b.); ANP Foto/EPA/George Frey: Pag. 155 (b.); Caravantrekker : Pag. 221; Cito/CvTE: Pag. 230 (b.), 230 (o.); Dreamstime/Yudhistira: Pag. 232 (l.), 232 (r.); DUO in opdracht van CvTE, https://oefenen.facet.onl/facet/: Pag. 208, 209 (b.), 210, 211, 213, 214, 216 (b.); DUO in opdracht van CvTE, https://oefenen.facet.onl/facet/bewerking B en U: Pag. 209 (o.); Edwin Verbaal/Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem: Pag. 79, 80, 81 (b.), 81 (o.), 82, 83, 86, 91, 92 (r.), 97, 99 (b.), 99 (m.), 99 (o.), 102, 106, 107 (o.), 108, 110 (l.b.), 110 (m.b.), 110 (r.b.), 110 (l.o.), 110 (m.o.), 110 (r.o.), 111 (b.), 111 (m.), 111 (o.), 112 (l.), 112 (r.), 113, 114 (l.o.), 114 (r.o.), 121, 123 (o.), 124, 127, 151 (o.), 152, 155 (l.o.), 155 (r.o.), 156, 157 (b.), 157 (o.), 160 (l.), 160 (r.), 164 (b.), 164 (l.o.), 164 (m.o.), 164 (r.o.), 179, 189, 191, 195 (l.b.), 195 (r.b.), 195 (o.), 214 (l.o.), 214 (r.o.), 215, 216 (o.), 218, 219 (o.), 219 (r.b.), 222 (b.), 222 (l.o.), 222 (m.o.), 222 (r.o.), 223 (l.b.), 223 (o.), 223 (r.b.), 225 (l.m.), 225 (r.m.), 225 (l.o.), 225 (r.o.), 229 (b.),

229 (m.), 229 (o.), 233 (o.), 87 (l.), 87 (r.), 249; Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 9, 11 (l.b.), 11 (r.b.), 11 (r.m.), 11 (l.o.), 11 (r.o.), 15, 16 (b.), 16 (o.), 17 (b.), 17 (l.m.), 17 (r.m.), 17 (l.o.), 17 (r.o.), 18, 19 (l.), 19 (r.b.), 19 (r.o.), 22 (b.), 22 (o.), 23 (l.b.), 23 (r.b.), 23 (l.o.), 23 (t.o.), 24, 28, 33, 37, 39 (b.), 39 (o.), 42 (l.b.), 42 (r.b.), 43, 44, 45, 46, 48 (l.), 48 (l.m.), 48 (r.m.), 48 (l.), 49, 50, 55, 140 (o.), 141, 143 (l.b.), 143 (l.m.b.), 143 (r.m.b.), 143 (r.b.), 144, 146 (l.), 146 (r.), 153 (b.), 153 (l.o.), 153 (r.o.), 159 (l.), 159 (l.m.), 159 (r.m.); 159 (r.); 163; 166 (b.); 166 (o.); 168; 169, 174, 182 (o.), 184, 185, 190, 197, 198, 201 (b.), 102 (m.), 102 (o.), 246, 250, 253, 260, 261 (b.), 261 (o.); Foto: Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam/ Bewerking: Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 247; Gemma Stekelenburg/Gemm'art: Pag. 176 (b.); Imageselect/ Alamy Stock Photo/Christian Bertrand : Pag. 6/7; makeupandbeauty.com: Pag. 53; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: Pag. 13, 125, 149 (b.), 149 (m.), 226 (r.), 248, 258 (l.), 258 (m.), 238 (r.); Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam (m.m.v. Eurofysica, Den Bosch): Pag. 92 (l.), 105 (l.), 105 (r.), 226 (l.); N.V. Robert Bosch S.A.: Pag. 12; Philips Benelux: Pag. 23 (m.); Rhine Consulting Group BV: Pag. 123 (l.b.); Shutterstock/Ginger_Cat: Pag. 10; Shutterstock/ Serorion/bewerking: Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 11 (l.m.); Shutterstock/Mix Tape: Pag. 26; Shutterstock/ Everyonephoto Studio: Pag. 35; Shutterstock/pdsci: Pag. 36; Shutterstock/Francescomoufotografo: Pag. 52; Shutterstock/ guruXOX: Pag. 59 (b.); Shutterstock/VladyslaV Travel photo: Pag. 59 (o.); Shutterstock/astudio: Pag. 76/77; Shutterstock/ Arak Pannoi: Pag. 89; Shutterstock/rukawajung: Pag. 94 (o.); Shutterstock/Yarchyk: Pag. 95; Shutterstock/ldutko: Pag. 104; Shutterstock/Red_Shadow: Pag. 107 (b.); Shutterstock/ langstrup: Pag. 114 (b.); Shutterstock/MakDill: Pag. 117 (b.); Shutterstock/Minerva Studio: Pag. 118 (b.); Shutterstock/ Robert Kneschke: Pag. 118 (o.); Shutterstock/Petr Malyshev: Pag. 120; Shutterstock/Christopher Meder: Pag. 143 (o.); Shutterstock/Ortodox: Pag. 167; Shutterstock/ilmarinfoto: Pag. 172; Shutterstock/Raoul Axinte: Pag. 173; Shutterstock/ ddisq: Pag. 175 (l.), 175 (m.), 175 (r.); Shutterstock/ Stocksnapper: Pag. 180 (r.); Shutterstock/Vereshchagin : Pag. 182 (b.); Shutterstock/Alex_Vinci: Pag. 219 (l.b.); Shutterstock/SakisPagonas: Pag. 224; Shutterstock/Gabor Tinz: Pag. 227; Shutterstock/Nadezda Murmakova: Pag. 228; Shutterstock/Blachkovsky: Pag. 231; Shutterstock/ Natursports: Pag. 233 (b.); Shutterstock/makasana photo: Pag. 234 (b.); Shutterstock/ARTEOM GROSU: Pag. 234 (o.); Shutterstock/BlueOrange Studio: Pag. 251; Shutterstock/ MartinLueke: Pag. 256; Shutterstock/(1) Igor Kovalchuk/(2) Eric Isselee: Pag. 94 (b.); Herman Sittrop/Sittrop Grafisch Realisatiebureau, Rotterdam: Pag. 151 (b.), 170 (l.b.), 170 (m.b.), 170 (r.b.), 178, 181

OMSLAG

OFFSET by Shutterstock/Jason Wolcott Photography

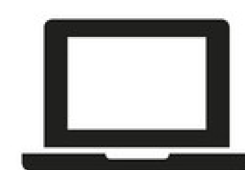
ISBN 978 94 020 7327 0

Release 5.0, eerste oplage

MALMBERG


Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.


Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.


Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

AUTEURS
Sander Michon
Lian Poelsma
Rein Tromp

EINDREDACTIE
Linda Kleverlaan
Sander Michon

MET MEDEWERKING VAN
Frits Kappers
Lineke Pijnappels
Coert Schatorjé

Release 5.0


ISBN 978 94 020 7327 0
598804-01

MALMBERG